ȘTIINȚA ȘI TEHNICA PENTRU TOȚI

A. L. STROIA A. CRUȘEVAN A. COSTACHE

Zahărul să-l cunoaștem

Știința și tehnica pentru toți

SERIA TEHNICĂ

In anul 1982, în seria TEHNICĂ, asigurată de Editura tehnică au apărut:

13. **Pop A. R.** — **CONSTRUCȚII ȘI AMENAJĂRI HIDROTEHNICE**
14. **Bienvenu Cl.** — **CE ESTE ENERGIA?** (trad. din l. franceză)
15. **Gheorghiu C.** — **FABRICILE DE AVIOANE ROMÂNEȘTI ÎN PERIOADA INTERBELICĂ**
16. **Marinescu N.** — **UTILIZAREA PRELUCRĂRII ELECTROCHIMICE ÎN INDUSTRIA CONSTRUCTOARE DE MAȘINI**
17. **Millea A.** — **INFORMAȚIE ȘI INCERTITUDINE ÎN MĂSURĂRI**
18. **Bilegan C.** — **TUBUL TERMIC — O NOUĂ TEHNOLOGIE ÎN TRANSFERUL CĂLDURII**
19. **Negulescu M.** — **PROTECȚIA CALITĂȚII APELOR**
20. **Ceaușescu D.** — **CHIMIA MODERNĂ ACCESIBILĂ TUTUROR, vol. I și II**
21. **Toma M.** — **APLICAȚII ALE FIZICII PLASMEI**
22. **Rusu Gh.** — **SEMICONDUCTORI ORGANICI**
23. **Vlad I.** — **ENERGIA EOLIANĂ**
24. **Petrescu S., Petrescu V.** — **IREVERSIBILITATE, ENTROPIE, TIMP**
25. **Platon P.** — **PIELEA ANIMALĂ ȘI UTILIZĂRILE EI**
26. **Pașcan C.** — **LÎNA — MATERIE PRIMĂ MILENARĂ**
27. **Leca A.** — **ADITIVAREA LICHIDELOR, SOLUȚIE MODERNĂ DE ECONOMISIRE A ENERGIEI**
28. **Nedelcu N.** — **COROZIUNEA ȘI COMBATEREA EI**

Colecția „ȘTIINȚA ȘI TEHNICA PENTRU TOTI"
apare sub egida
CONSILIULUI NAȚIONAL
AL
FRONTULUI DEMOCRAȚIEI
ȘI UNITĂȚII SOCIALISTE

Dr. ing. STROIA ALEXANDRU LUCIAN
Ing. ANTONINA CRUȘEVAN
Ing. AURELIA COSTACHE

S4L/36

ZAHĂRUL. SĂ-L CUNOAȘTEM

EDITURA TEHNICĂ
București

1. SCURT ISTORIC AL PRODUCERII ȘI UTILIZĂRII ZAHĂRULUI

O reconstituire a întregii istorii a preocupărilor omului pentru a-și procura substanțe alimentare dulci este practic imposibilă. Aceasta deoarece lipsesc datele preistorice și nici cele istorice nu sînt bogate.

Totuși, dacă judecăm după afinitatea, uneori exagerată, a omului pentru alimentele dulci, putem bănui că din vremuri străvechi omul timpuriu și-a dat seama de calitățile gustative, energetice și conservante pe care le aveau mierea de albine și fructele dulci, singurele substanțe dulci de care a dispus întotdeauna.

1.1. Mierea de albine și fructele dulci precursoarele zahărului

Totdeauna omenirea a manifestat o puternică atracție față de alimentele dulci, primele fiind fără îndoială mierea de albine și fructele dulci.

Este de presupus că primele alimente dulci ale omului preistoric în evoluția sa au fost fructele și plantele dulci pe care le culegea din flora spontană. Ulterior, cînd agricultura s-a dezvoltat ca o ramură economică principală a activității sociale, omul a început să cultive plante în scopuri alimentare.

Cea mai veche substanță dulce utilizată în alimentație a fost *mierea de albine*. Aceasta a rămas mult

timp, pentru cea mai mare parte a lumii, principala și chiar singura substanță alimentară dulce.

Din vremuri străvechi omul a descoperit că mierea de albine și alte produse obținute din stupul de albine au calități atît de aliment conservant, cît și de medicamente utile în tratarea diverselor boli. Astfel, în tăblițele de argilă ale vechilor mesopotamieni, unele datînd din anul 2700 î.e.n., mierea de albine se atestă ca un valoros și apreciat medicament.

În antichitate egiptenii, grecii, geto-dacii, romanii utilizau mierea de albine pentru îndulcirea alimentelor. Mierea de albine era un produs foarte căutat, dar, în același timp, era un produs care se găsea destul de greu, deoarece recolta obținută era destul de redusă.

În Egiptul antic, pe vremea faraonilor, mierea de albine în amestec cu ceapa și cu rădăcina unei plante numită „alfa" se folosea ca talisman utilizat la „alungarea spiritelor rele" la copiii afectați de tulburări fizice și psihice.

La romani turta aniversală numită „libum" se îndulcea cu miere de albine. Tot la romani, de Anul Nou se obișnuia, cu caracter augural, ca înainte de răsăritul soarelui să se consume miere de albine, sau alt produs dulce, pentru ca Noul An să se scurgă fără ceartă și fără lucruri neplăcute.

În evul mediu mierea de albine ocupa un loc important în alimentația omului, fiind un aliment mult căutat și apreciat. Un exemplu îl constituie impozitul pe roiurile de albine, pe care Carol I de Anjou l-a impus sicilienilor, după ce la 28 iunie 1265 a fost investit rege al Siciliei.

Cu timpul s-a căutat să se dea și alte întrebuințări mierii. Astfel, în secolul al XIII-lea locuitorii Groenlandei obțineau o băutură alcoolică prin fermentarea mierei de albine.

Un loc important ocupa stupăritul și în țara noastră cunoscută ca mare producătoare de miere de albine. O parte importantă din mierea de albine produsă era exportată de Moldova și Țara Românească în Imperiul Otoman, care cu timpul a impus un monopol asupra exportului acestui produs. În Transilvania, mierea de albine era de asemenea produsă în cantități mari și era mult apreciată.

Ca să se satisfacă nevoia actuală de substanță dulce cîte albine, cîți stupi, dar cîte flori ar fi trebuit să existe numai la noi în țară ca să se producă atîta miere de albine? Vă asigurăm că numărul albinelor ar fi fost așa de mare, încît nu ne-am fi putut mișca din cauza lor. La fiecare pas am fi nimerit peste o albină. Dar cu ce s-ar hrăni aceste albine iarna, sau în perioada cînd nu există flori în flora spontană? Dar ce suprafață agricolă ar trebui cultivată cu flori pentru albine? Nu urmărim să răspundem în această lucrare la aceste întrebări.

1.2. **Trestia de zahăr, sursă de substanță dulce**

Cu aproximativ 8 000 de ani î.e.n. în Melanezia, mai precis în insula Noua Guinee de astăzi, creștea în stare sălbatică, o plantă mare din familia gramineelor, ale cărei tulpini conțineau un suc foarte dulce. Aceasta era trestia de zahăr, cunoscută sub denumirea științifică de astăzi de *„Saccharum Officinarum"*.

Din insula Noua Guinee trestia de zahăr s-a răspîndit spre est pînă în Polinezia și spre vest, prin Indonezia și Filipine, pînă în India și China.

Trestia de zahăr a început să fie cultivată pentru prima oară în India. Primele date despre cultivarea acesteia se găsesc în vechile scrieri indiene din secolul

al IV-lea î.e.n. Din India trestia de zahăr şi fabricarea meşteşugărească a zahărului s-a răspîndit şi a cucerit lumea.

În China cultura trestiei de zahăr a fost introdusă pe la anul 250 î.e.n.

În insulele Java şi Sumatra cultura trestiei de zahăr a fost introdusă la începutul erei noastre.

Europenilor, în antichitate, trestia de zahăr nu le era cunoscută. Primii europeni care au văzut-o au fost soldaţii lui Alexandru Macedon. Pe la anii 326—325 î.e.n. soldaţii marelui conducător de oşti, ajungînd în India, au rămas surprinşi văzînd copii care mestecau bucăţi de trestie de zahăr.

La început, trestia de zahăr era consumată ca atare, oamenii rezumîndu-se a mesteca bucăţi din tijele plantei.

1.3. Începuturile prelucrării trestiei de zahăr

Dacă la început oamenii s-au rezumat la a consuma tijele trestiei şi apoi sucul obţinut prin presarea acestora, ulterior hinduşii au fost aceia care au început să concentreze prin fierbere pe foc direct sucul obţinut din presarea tijelor trestiei. Se obţinea astfel un sirop vîscos, de culoare brună, în care prin răcire apăreau spontan cristale de culoare brun-închisă, sirop vîscos transformîndu-se într-un amestec de cristale şi sirop intercristalin. După ce siropul intercristalin era îndepărtat prin scurgere, se obţinea o masă cristalizată denumită în limba sanscrită „Gur".

Obţinerea masei cristalizate prin concentrarea sucului de trestie a reprezentat un real progres pentru oamenii acelor timpuri, oameni din primele secole ale erei noastre. Astfel siropul concentrat putea fi păstrat

un timp îndelungat, în scopul asigurării nevoilor de substanţă alimentară dulce.

Mai tîrziu, pe la anul 300 e.n., în nordul Indiei hinduşii au început să „purifice" înainte de concentrare sucul, adică să-l „rafineze". S-au obţinut astfel cristale mai puţin colorate, galbene, care în limba sanşrită au fost denumite „Śarkarâ". Această denumire a cristalelor obţinute spontan din siropul concentrat rezultat prin presarea trestiei de zahăr constituie rădăcina cuvîntului actual zahăr.

La sfîrşitul secolului al V-lea e.n. din India, atît cultura cît şi prelucrarea trestiei de zahăr, realizată însă după un sistem rudimentar, s-au răspîndit spre vest, ajungînd în vechea Persia.

Pe la anul 600 e.n. perşii au îmbunătăţit sistemul de „rafinare" a masei cristalizate, pentru prima dată turnînd această masă formată din cristale şi sirop intercristalin în forme conice, obţinîndu-se „căpăţîna de zahăr".

După cucerirea Persiei, arabii au preluat de la vechii perşi cunoştinţele lor, privind cultura trestiei de zahăr şi obţinerea zahărului din trestie.

Ulterior, arabii au impus cultura trestiei de zahăr şi în teritoriile ocupate din Orientul Mijlociu, nordul Africii, Sicilia, o parte din Spania şi Portugalia, precum şi în Egipt (în anul 640). Datorită cunoştinţelor de chimie pe care le aveau precum şi cunoştinţelor lor despre filtrare, distilare şi cristalizare, egiptenii au adus importante îmbunătăţiri fabricării zahărului.

Egiptenii clarificau sucurile plantelor prin precipitarea albuminelor, pe care o realizau prin fierbere şi filtrare, prin tratare cu piatră acră, sau cu tanini. De asemenea aceştia măsurau concentraţia sucurilor de plante cu ajutorul areometrului. Egiptenii au fost primii care au utilizat varul pentru purificarea sucului

extras prin presarea trestiei de zahăr, procedeu care se utilizează și în prezent.

Zahărul obținut prin acest ultim procedeu, fiind obținut în mediu alcalin ca urmare a utilizării varului, putea fi transportat pe apă (comercializat) fără a prezenta pericolul umectării cu vapori de apă, datorită conținutului scăzut de substanțe reducătoare, în timp ce zahărul obținut fără utilizarea varului, adică în mediul acid, se umezea la transportul pe apă. Aceasta a făcut ca zahărul egiptean să fie timp de mai multe secole o marfă foarte căutată în lumea întreagă.

Egiptenii trebuiesc de aceea considerați veritabili inventatori ai producerii și rafinării zahărului din trestie.

În Sicilia și în Spania trestia de zahăr a început să se cultive pe la anul 827. Pe la anul 1000, aici se prelucrau deja anual cîteva zeci de mii de tone de trestie de zahăr.

În China multă vreme s-a obținut din sucul trestiei de zahăr, prin uscare la soare, o pastă dulce. Pe la anul 650 chinezii au început să producă un zahăr, pe care abia în secolul al XIII-lea au început să-l rafineze.

Tot în secolul al XIII-lea și mongolii au început să rafineze zahărul din trestie.

1.4. Zahărul de trestie medicament și aliment; pătrunderea acestuia în Europa

Din India și China, în timpurile străvechi, zahărul era adus cu caravanele pe drumul ce lega Asia de Europa și trecea prin munții Caucaz, prin Scitia, pe țărmul de nord al Mării Negre. De aici zahărul se răspîndea în diverse zone ale Europei, unde era vîndut la

prețuri foarte ridicate. Zahărul era considerat atunci un medicament. O dovadă o constituie cuvîntul „saccharon" din literatura medicală a vechilor greci, cuvînt prin care aceștia denumeau substanța dulce extrasă din altă materie primă decît mierea de albine anume din trestia de zahăr.

Europa occidentală a cunoscut mai bine zahărul din trestie după anul 1095, în urma cruciadelor. În timpul cruciadelor s-a dezvoltat la Veneția un comerț înfloritor cu zahăr de trestie adus din Orient. Reîntorcîndu-se din Orient în Europa cruciații au adus trestie de zahăr, pe care o numeau „zahăr păgîn".

Venețienii au început încă din anul 996 să importe zahăr din Orientul Apropiat (Siria), zahăr pe care l-au răspîndit în Europa Centrală, iar în anul 1300 s-a construit la Veneția o rafinărie de zahăr.

După izgonirea cruciaților din teritoriile ocupate, cea mai mare parte din atelierele în care se producea zahăr s-a mutat pe insula Cipru, care a devenit un punct central al producției de zahăr și al comerțului Orientului cu Veneția. Alături de Siria și Egipt, Cipru a devenit o mare producătoare de zahăr.

Plantațiile de trestie de zahăr de pe insula Cipru au fost lucrate la început cu oameni liberi veniți din Europa, de șerbi localnici și mai ales de sclavi, care erau proveniți din soldații musulmani căzuți prizonieri. Cu timpul numărul acestora a scăzut simțitor, necesarul de forță de muncă fiind acoperit de sclavii creștini, musulmani, sau negri, obținuți prin tranzacții comerciale efectuate în porturile din jurul Mării Mediterane.

Comerțul cu sclavi în zona mediteraneană pentru plantațiile de trestie de zahăr din Cipru s-a intensificat după cucerirea de către cruciați în anul 1204 a Constantinopolului și a continuat pînă spre jumătatea secolului al XIV-lea.

În această perioadă, cu toate că zahărul era un produs foarte scump și se utiliza ca medicament, consumul său a sporit de la an la an, ca urmare a răspîndirii unor băuturi reconfortante ca: ceaiul, cafeaua, siropurile, ciocolata, toate îndulcite cu zahăr.

Puțin cîte puțin, cultura trestiei de zahăr și obținerea zahărului s-au răspîndit în lume. Astfel în Spania, Portugalia, în insulele Sicilia, Madera, Azore și în alte zone, cultura trestiei și obținerea zahărului au găsit condiții prielnice.

În evul mediu orașul Bruges din Flandra (Belgia) era considerat centrul din nord pentru zahăr.

Mai tîrziu, în timpul războaielor religioase, centrul comercial al zahărului a fost mutat la Amsterdam (Olanda), care, după o dezvoltare și o înflorire considerabilă a decăzut, deoarece sîngeroasele războaie maritime purtate cu Anglia pentru hegemonia comercială maritimă au influențat negativ comerțul cu zahăr.

Cu toate neînțelegerile existente în secolul al XVII-lea între puterile europene occidentale, puteri care stăpîneau sau nu zone în care se cultiva trestia de zahăr, producția de zahăr a crescut, iar prețul său de cost a scăzut, ceea ce a favorizat creşterea consumului de zahăr în scopuri alimentare. Astfel zahărul a început să fie considerat aliment.

1.5. Transferul în vestul Europei a zonei de cultură a trestiei de zahăr ca urmare a extinderii Imperiului Otoman

Cucerirea Constantinopolului de către turci în anul 1453 și extinderea dominației acestora asupra întregului litoral sudic al Mării Negre în anul 1461 au

influențat negativ cultura trestiei de zahăr, producerea și comercializarea zahărului.

Expansiunea otomană a întrerupt vechile drumuri comerciale cu India, la vremea aceea o mare exportatoare de zahăr. Producția și comerțul cu zahăr au scăzut considerabil după ce turcii au pus stăpînire pe Egipt în anul 1517, pe insulele Rhodos în anul 1522 și Cipru în 1571.

Spre deosebire de arabi care în țările cucerite au ridicat civilizația pe culmi superioare, au impulsionat artele, știința și tehnica, turcii au devastat teritoriile cucerite, distrugînd vechile civilizații pe care le-au cucerit.

În țările cucerite de turci, care pînă atunci erau mari producătoare de zahăr, trestia de zahăr nu a mai fost cultivată, sau a devenit o plantă fără importanță, cu excepția Egiptului, unde cultura trestiei de zahăr a fost reluată tocmai după anul 1820.

Dar în timp ce în est cultura trestiei de zahăr decădea din cauza dominației otomane, centre noi de cultură a acestei plante apăreau în vest. În anul 1420 infantele Portugaliei, Henri Navigatorul, a dus trestia de zahăr din insula Cipru în insula Madera, și apoi în alte insule de pe lîngă coasta de vest a Africii (Canare, Capului Verde, Azore etc.). Datorită climatului favorabil culturii trestiei de zahăr, în aceste insule de pe lîngă coasta de vest a Africii producția de trestie și de zahăr s-a dezvoltat uimitor.

Insula Madera concura toate țările mediteraneene în producția de zahăr și a aprovizionat Europa cu zahăr de trestie timp de circa 300 ani.

În anul 1496, Bartolomeo Diaz depășea Capul Bunei Speranțe, iar în anul 1498 primele nave europene, sub conducerea lui Vasco de Gama ancorau la Calcutta, în India, după ce au navigat pe drumul stabilit

de Bartolomeo Diaz pînă la Capul Bunei Speranțe și apoi pe coasta de est a Africii. Astfel fiind descoperit noul drum spre Indii, Europa se putea din nou aproviziona cu zahăr, fără a mai plăti turcilor taxele vamale, care măreau considerabil prețul produselor importate și transportate pe drumurile ce traversau Asia.

În același timp piața zahărului s-a mutat de la Veneția la Lisabona, astfel că în anul 1515 Veneția, pînă nu de mult principala piață a zahărului, își cumpăra zahărul necesar din Lisabona.

La începutul secolului al XVI-lea portughezii au început să cultive trestia de zahăr în insula Sao Tomé din Golful Guineea, profitînd de munca ieftină a sclavilor negri.

1.6. Rolul descoperirii Americii în creșterea producției de zahăr de trestie

La sfîrșitul secolului al XV-lea cînd Cristofor Columb a descoperit America trestia de zahăr nu era cunoscută și nici cultivată în teritoriile descoperite. La cel de al doilea drum al lui Cristofor Columb în America, un căpitan de vapor al flotei acestuia a transportat și a plantat în insula Dominica, din Arhipelagul Antilelor, o singură tulpină de trestie de zahăr, pe care o luase din insulele Canare. Într-o scurtă perioadă, trestia de zahăr s-a extins pe suprafețe mari.

Din Antile trestia de zahăr s-a răspîndit în America Centrală și anume în Mexic, apoi în America de Sud, în Brazilia, Peru etc. De asemenea a ajuns și în insula Cuba din Marea Caraibelor.

În Mexic industria zahărului s-a dezvoltat considerabil, astfel că în anul 1553 Spania importa deja din Mexic mari cantități de zahăr din trestie.

În Brazilia, trestia de zahăr a ajuns pe la anul 1532 și a găsit condiții prielnice de dezvoltare.

La mijlocul secolului al XVI-lea Brazilia era deja o mare producătoare de zahăr din trestie, fiind disputată pentru aceasta între două puteri militare și politice ale timpului: Portugalia și Franța. Producția de zahăr era atît de caracteristică acestei țări, încît atunci cînd în anul 1565 Eustacio de Sá a întemeiat orașul Rio de Janeiro, consolidînd puterea Portugaliei asupra Braziliei, stînca care domina noul oraș a fost denumită „Pan de Azucar“ („Căpățîna de zahăr“), denumire menținută pînă astăzi.

În anul 1600 în Brazilia existau 120 fabrici de zahăr din trestie. Producția de zahăr în această țară s-a dezvoltat în așa măsură, încît a ruinat-o complet pe cea a Siciliei și a amenințat-o pe cea a insulei Madera. De aceea Portugalia a fost nevoită să adopte măsuri pentru protejarea industriei zahărului din insula Madera, vechea sa colonie.

În anul 1644 francezii cultivau trestie de zahăr în insulele Guadelupa, Martinica și apoi în teritoriul american Luisiana.

Zahărul din America era importat prin Lisabona în Europa, metropolă care deținea în acea perioadă monopolul zahărului.

În fig. 1 este reprezentată o plantație de trestie de zahăr și un „atelier“ în care se fabrica zahărul în „teritoriile de peste mări“, așa cum arătau în secolul al XVII-lea.

Între anii 1640—1660 plantațiile de trestie de zahăr care au devenit foarte rentabile au înlocuit în insulele Barbados, Martinica, Guadelupa, St. Kitts și Antigua plantațiile de tutun.

Tot în acest timp în Olanda au fost înființate agenții economice și comerciale care se ocupau de im-

portarea directă a produselor din colonii. Zahărul a fost trimis, din acest motiv, de la Lisabona la Anvers. De la Anvers zahărul era transportat pe Rin în Europa

Fig. 1. Plantație de trestie de zahăr și un „atelier“ de extracție a zahărului din secolul al XVII-lea.

Centrală. La Anvers zahărul era rafinat în rafinării construite special pentru aceasta.

După cîștigarea de către „Țările de Jos“ a războiului de independență dintre anii 1566—1609, cea mai mare parte a comerțului și industriei s-a mutat la Amsterdam, unde au cunoscut o mare dezvoltare.

Olandezii au fondat în anul 1602 Compania Olandeză a Indiilor Occidentale, pentru a intra în relații directe cu teritoriile producătoare de zahăr din trestie. Ei au atacat și au cucerit Brazilia, devastînd plantațiile de trestie de zahăr și atelierele producătoare de zahăr din această țară. În același timp ei au studiat cu atenție modul în care brazilienii obțineau zahărul din trestie.

Pentru administrarea exploatării metodice a „Indiilor Occidentale“, încă din anul 1503 s-a înființat la Sevilla „Casa de Contratacion“, o instituție de stat care reglementa strîngerea și transportul unui număr mare de produse, printre care și zahăr din trestie.

„Casa de Contratacion“ constituia anual două mari convoaie navale, care plecau împreună din Cadiz (Spania) spre sfîrșitul primăverii, cu destinația „Lumea Nouă“. În Marea Caraibelor cele două convoaie se despărțeau, un convoi numit „Flota Noii Spanii“ îndreptîndu-se spre Havana, Porto Rico, Santo Domingo, Mexic, de unde strîngeau produse alimentare tropicale și zahăr din trestie, iar celălalt convoi naval strîngea aur, argint, pietre prețioase etc. La sfîrșitul anului convoaiele se întorceau la Cadiz.

După pacea de la Haye din anul 1661, Olanda a cedat Portugaliei Brazilia. Mulți olandezi au rămas în Brazilia, unde aveau proprietăți asupra plantațiilor de trestie de zahăr. În curînd aceștia au fost expulzați și s-au stabilit în insulele Indiei Occidentale, de exem-

plu: Jamaica, Christophe, Guadelupa, Martinica etc., unde se cultiva deja trestie de zahăr şi unde se fabrica însă un zahăr de calitate inferioară (foarte higroscopic, închis la culoare, cu gust dulce cu nuanțe sălcii etc.), încît Indiile Occidentale nu puteau suporta cheltuielile de transport în Europa. Olandezii stabilindu-se în aceste insule au devenit plantatori de trestie de zahăr şi buni fabricanți de zahăr. Ei au obținut zahăr de calitate superioară, exportabil, ceea ce a determinat prosperitatea insulelor.

În teritoriile nou descoperite în vest au apărut mulți plantatori de trestie şi fabricanți de zahăr brut. Dar aceştia foloseau ca mînă de lucru, pe plantații şi în „atelierele" în care obțineau zahărul, populația băştinaşă, amerindienii. După exterminarea nemiloasă a acestora, pe plantațiile de trestie de zahăr au început să fie utilizați sclavi negri aduşi din Africa. Aceasta a făcut ca prețul zahărului să fie menținut la valori foarte coborîte.

Prețul sclavilor negri care lucrau pe plantațiile de trestie de zahăr era foarte scăzut. Astfel, în anul 1695 un sclav negru era cumpărat în insula Jamaica cu suma de 20 lire sterline, ceea ce echivala cu prețul al 600 livre de zahăr, respectiv a 271,8 kg.

Numărul sclavilor negri aduşi din Africa în coloniile producătoare de zahăr a fost foarte ridicat. Numai în colonia Santo Domingo între anii 1680—1791 s-au adus 860 000 sclavi, iar în insula Jamaica aproximativ 750 000 oameni.

Sclavii negri de pe plantațiile de trestie de zahăr trăiau şi lucrau în condiții foarte grele, inumane, din care cauză au avut loc numeroase răscoale, printre care cele mai mari fiind răscoalele din anul 1791 din insula Dominica şi din anul 1792 de la San Diego.

În Mexic şi în Cuba administrația necorespunzătoare a spaniolilor a dus, la sfîrşitul secolului al XVI-lea la ruinarea completă a industriei zahărului.

În secolul al XVI-lea, America era stăpînită de spanioli şi de portughezi. Toate bogățiile pe care aceştia le-au adus în Europa din „teritoriile de peste mări", cum era denumită pe atunci America, au provocat invidia celorlalte popoare europene occidentale, în special a englezilor. De aceea au izbucnit numeroase războaie sîngeroase, al căror motiv era uneori şi zahărul din trestie.

Oliver Cromwell justifica aceste războaie ca urmărind să asigure partea de profit a Angliei în zona Antilelor, controlată pe atunci de spanioli, zonă în care se produceau, cu cheltuieli minime, cantități mari de zahăr din trestie, zahăr de care avea nevoie şi Anglia.

Europa era tributară „teritoriilor de peste mări" pentru aprovizionarea cu zahăr. Această situație nemulțumea în special puterile europene care nu aveau colonii şi s-a menținut şi în secolul al XVII-lea.

Dezvoltarea industriei zahărului în Extremul Orient. În Extremul Orient industria zahărului din trestie s-a dezvoltat abia în secolul al XVIII-lea. Un rol important în cultura trestiei de zahăr şi în obținerea zahărului l-a avut Manila, unde zahărul de trestie se obținea în jurul anului 1750. Astfel după cincizeci de ani, în 1800, Manila era exportatoare de zahăr.

1.7. Stăpînirea zonelor de cultură cu trestie de zahăr ca urmare a revendicărilor teritoriale

Lupta puterilor occidentale europene din secolul al XVII-lea pentru stăpînirea „teritoriilor de peste mări" producătoare de zahăr a avut ca urmare pătrun-

derea englezilor, francezilor, olandezilor, danezilor și germanilor în Marea Caraibelor și în America.

Zahărul de trestie era transportat în Europa Occidentală dar de multe ori nu ajungea la destinație, deoarece corăbiile care îl transportau erau deseori interceptate, prădate sau chiar scufundate de puterile ri-

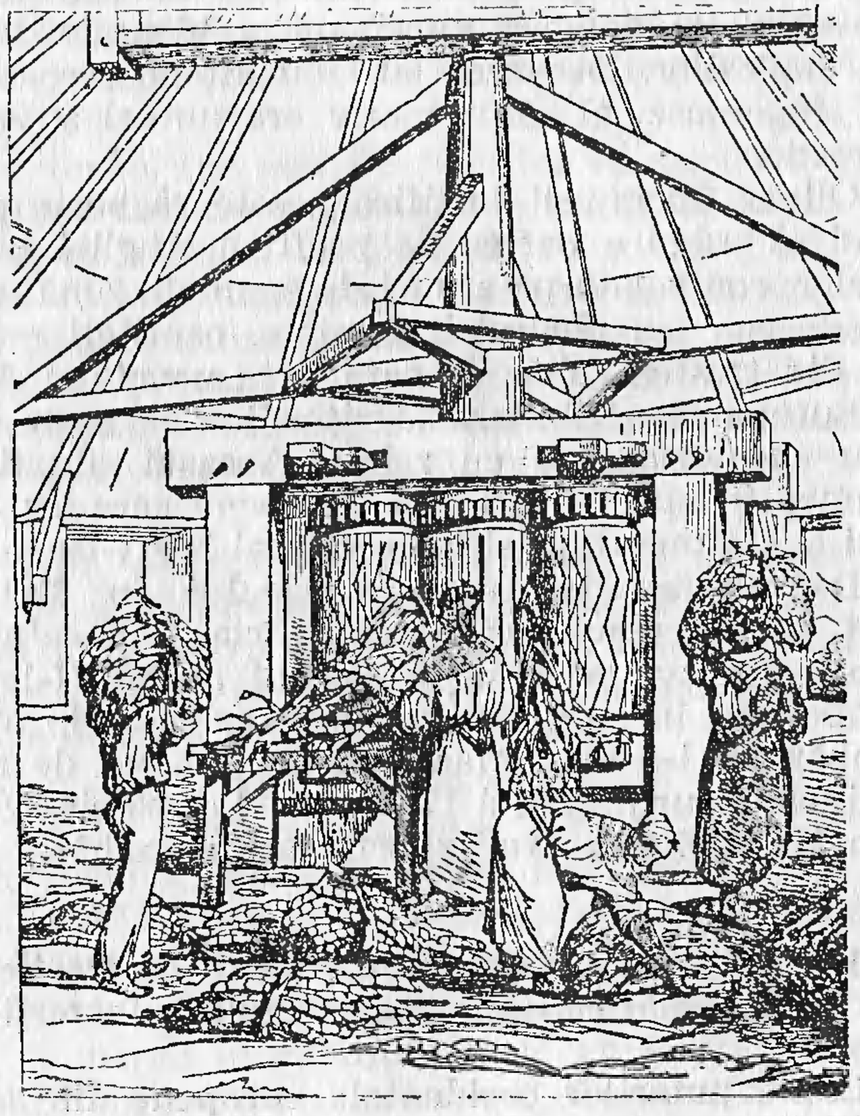

Fig. 2. Presă pentru extracția zahărului din tulpina trestiei de zahăr.

vale. Cu toate acestea în „teritoriile de peste mări" producția de zahăr din trestie a crescut simțitor, fiecare putere europeană fiind interesată în acest sens.

Politica de cucerire a teritoriilor producătoare de zahăr este caracteristică pentru secolul al XVII-lea.

Importanța economică pe care puterile occidentale europene o acordau „teritoriilor de peste mări", producătoare de trestie de zahăr și de zahăr, rezultă și din episodul dramatic produs la semnarea tratatului de pace de la Paris, din anul 1763, încheiat între Franța și Anglia. Redobîndirea de către Franța în urma tratatului de pace amintit a micii dar prețioasei insule Guadelupa, producătoare de zahăr, în schimbul între-

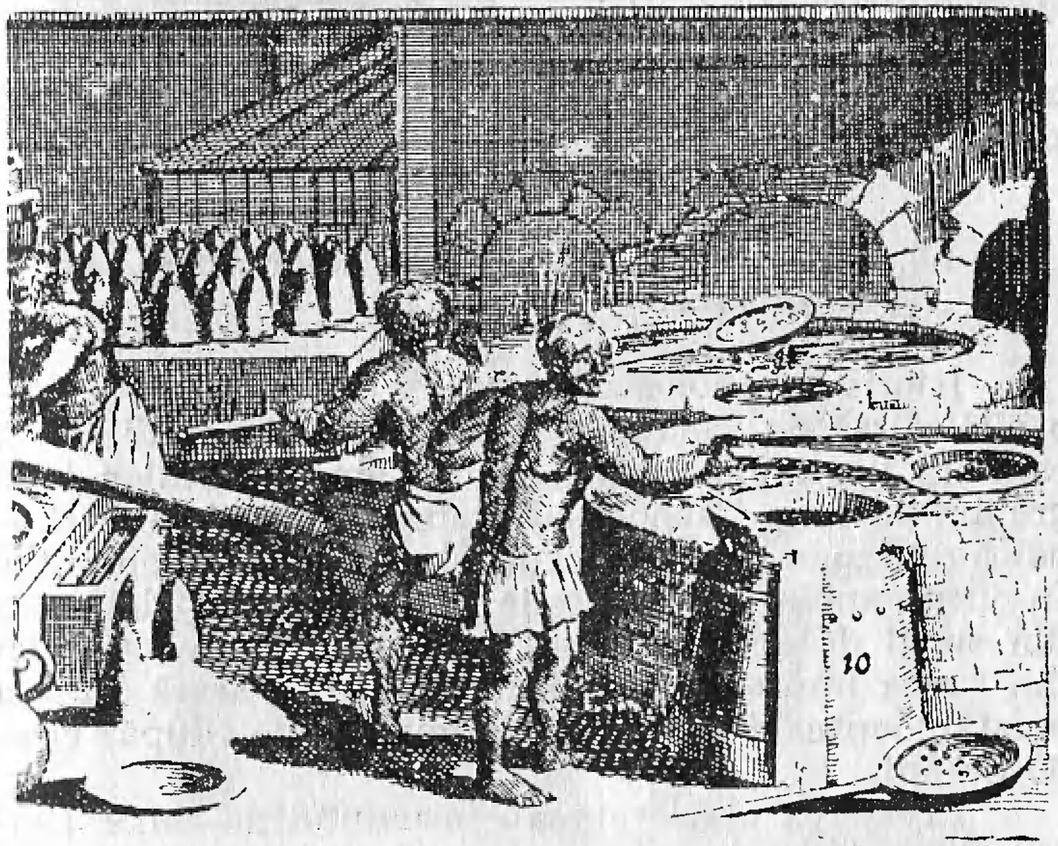

Fig. 3. Concentrarea prin foc direct a sucului extras prin presarea trestiei de zahăr.

gului teritoriu al Canadei, considerat de contemporani un teritoriu fără importanță economică și denumit „cîțiva nămeți de zăpadă", era apreciată la timpul respectiv ca un important succes diplomatic.

Extracția zahărului din materia primă, trestia de zahăr, se realiza în acea perioadă prin presarea tulpinelor de trestie de zahăr tăiată în bucăți mici, așa după cum rezultă și din imaginea din fig. 2.

Prin presarea bucăților tulpinelor de trestie de zahăr se obținea un suc care conținea zahăr și substanțe străine denumite generic „nezahăr". Sucul obținut era „purificat" pentru îndepărtarea „nezahărului" prin limpezire cu var și apoi era concentrat pe foc direct în „instalații" de tipul celei din fig. 3.

Siropul concentrat se turna în vase conice în care, prin răcire în timp, cristaliza zahărul obținîndu-se căpățînile de zahăr, după cum rezultă din fig. 4.

1.8. Cercetări pentru găsirea unor surse noi de zaharoză

Istoria menționează că prima tentativă de a găsi o altă sursă de zaharoză, în afară de cea tradițională care era trestia de zahăr, aparține amerindienilor de la granița de est a Canadei cu Statele Unite ale Americii, adică din zona Marilor Lacuri și a rîului St. Laurențiu. În jurul anului 1634 aceștia obțineau sirop de zahăr din sucul de arțar zaharat. Această tentativă a eșuat din cauza imposibilității de cultivare pe scară largă a acestui copac, care ajunge la maturitate după circa 50 de ani.

Creșterea accelerată a consumului de zahăr pentru alimentație și nesiguranța comerțului cu zahăr din „teritoriile de peste mări", au impus în Europa efectuarea unor cercetări în scopul identificării altor plante, în afară de trestie, capabile să furnizeze zahăr.

În anul 1605 un agronom francez Olivier de Serres a constatat că se poate obține alcool etilic prin fermentarea sfeclei sălbatice și a bănuit că al-

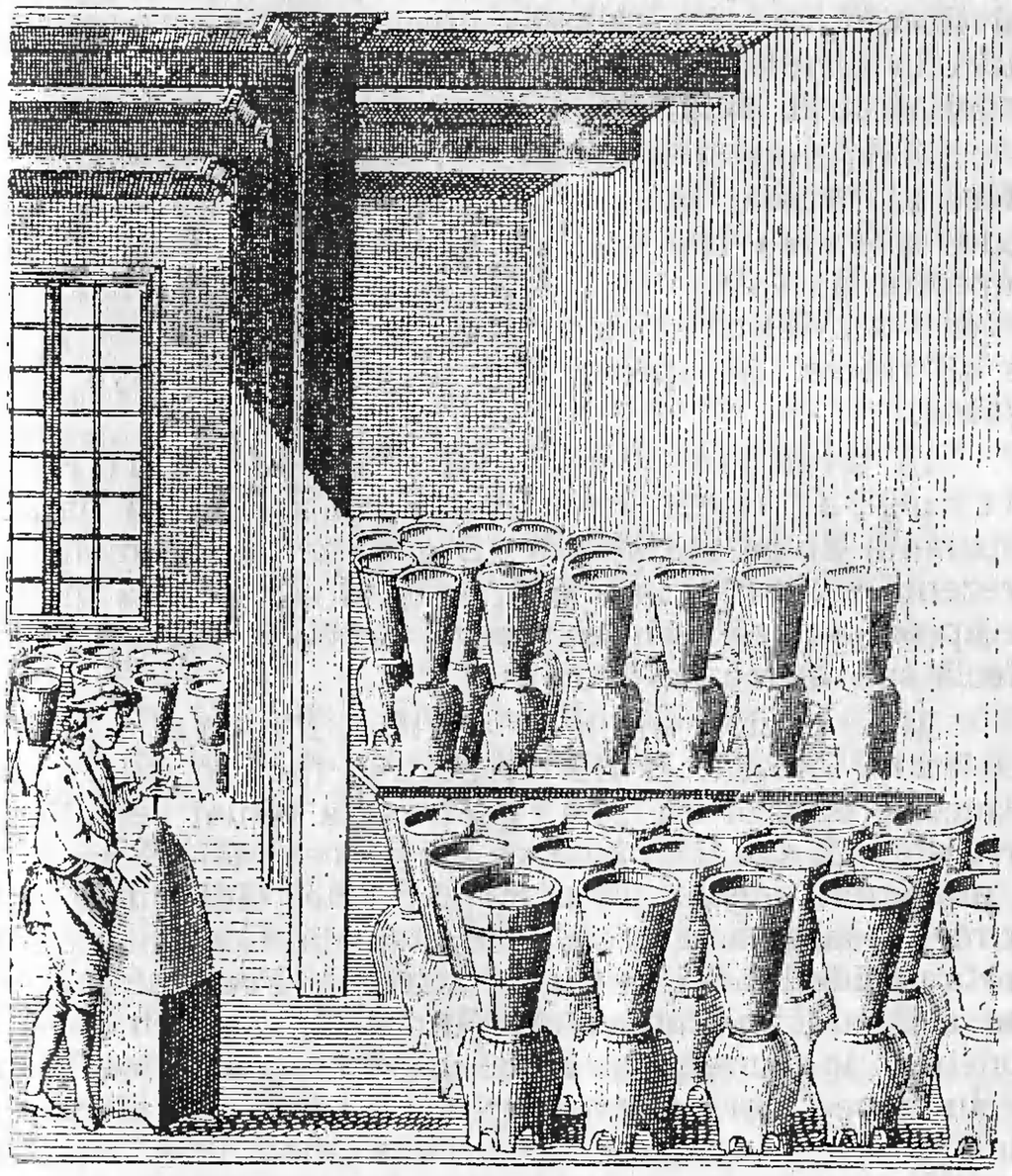

Fig. 4. Cristalizarea zahărului — obținerea căpățînilor de zahăr.

coolul ar fi provenit de fapt din fermentația aceleiași substanțe pe care o conținea și trestia de zahăr, zaharoza.

Dar sfecla din vremea lui Ollivier de Serres nu semăna cîtuși de puțin cu strămoșul său adus în Boemia de către popoarele barbare, după căderea Imperiului Roman, pentru că acea sfeclă conținea elemente dulci în cantitate insuficientă pentru a atrage, în acea epocă, atenția asupra sa.

Abia după 140 de ani, în anul 1745, Frederic cel Mare al Prusiei căuta să împiedice, prin diverse metode, creșterea cheltuielilor anuale ale Prusiei pentru importul de zahăr, încurajînd industria națională. De aceea s-a încercat să se extragă zahăr din diverse plante și fructe, în special din struguri, tentativa însă eșuînd.

În anul 1747 farmacistul berlinez Andreas Marggraf, după ce a izolat pentru prima oară o substanță dulce din stafide (*D*-glucoza) a redemonstrat prezența zahărului în sfeclă, reușind să-l obțină în stare aproape pură, prin extracție alcoolică din bucăți de sfeclă sub formă de tăieței.

Mai tîrziu, în anul 1795, Franz Karl Achard născut la Berlin dintr-o familie de origine franceză, elev al lui Marggraf, a reluat cercetările profesorului său. După cîțiva ani de cercetări Achard a prezentat regelui Prusiei, Frederic Guillaume III, primele eșantioane de zahăr din sfeclă. Convins de importanța ideilor lui Achard, regele Frederic a acordat acestuia un important ajutor material, cu care a construit la Cunern, în Silezia, în apropierea localității Steinau pe Oder, prima fabrica de zahăr din sfeclă, în anul 1796. Această fabrică nu a avut însă succesul dorit.

La Petersburg, farmacistul Iacob Beinheim a reușit în anul 1799 să extragă zahăr din sfeclă. Cîțiva ani mai tîrziu, în 1803 a publicat rezultatele cercetărilor sale, numai după ce în anul 1802 a construit în gubernia Tula, prima fabrică de zahăr din sfeclă din Rusia. Pînă în anul 1824 în întreaga Rusie s-au mai construit încă 66 de fabrici de zahăr, astfel că în 1824 Rusia dispunea de 67 fabrici.

În Polonia prima fabrică de zahăr din sfeclă a fost construită în anul 1801 în localitatea Kowary, de lîngă Wroctaw. După 100 de ani, prin cercetări îndelungate efectuate în procesul tehnologic de obținere a zahărului, polonezii au adus îmbunătățiri în procesul de purificare a sucului de zahăr. Îmbunătățirea constă în tratarea treptată a sucului cu lapte de var, procedeu cunoscut în tehnologie sub denumirea de „predefecare", care este practicat și în zilele noastre, cu rezultate bune.

În Franța, Benjamin Delessert construia în anul 1806 o fabrică de zahăr din sfeclă la Passy și studia cu mare seriozitate tehnologia de fabricație.

Napoleon Bonaparte, căutînd să lovească în comerțul englezilor, a interzis corăbiilor engleze să se apropie de țărmurile Europei, instituind în acest sens blocada continentală la 29 noiembrie 1806. Prin aceasta s-a întrerupt aprovizionarea cu zahăr a Franței.

Lipsa aproape totală a zahărului din Franța, ca urmare a imposibilității navelor engleze de a se apropia de țărmul european, l-a determinat pe Napoleon să se intereseze în mod serios de dezvoltarea culturilor de sfeclă și de fabricarea zahărului din sfeclă în Franța.

După ce Napoleon a cunoscut lucrările lui Achard privind obținerea zahărului din sfeclă, l-a încurajat pe Benjamin Delessert, care, împreună cu Crespel, Dellisse și Parsy au

construit în Franța primele fabrici de zahăr din sfeclă, bineînțeles beneficiind de ajutorul material al statului.

Astfel, în anul 1810 a fost construită o fabrică de zahăr la Lille, care în anul construirii a produs 400 kg zahăr din sfeclă. Un an mai tîrziu, această fabrică a produs 10 000 kg zahăr din sfeclă.

În ianuarie 1811 ministrul de interne al Franței, M. de Montalivet, a prezentat lui Napoleon primele căpățîni de zahăr din sfeclă. Ca urmare statul a distribuit în anul 1811 un milion de franci cultivatorilor de sfeclă, ceea ce a determinat construirea, în același an, a 40 fabrici noi de zahăr.

La 15 ianuarie 1812 în Franța a fost emis decretul prin care se înființau cinci școli pentru pregătirea cadrelor care urmau să lucreze în industria zahărului, industrie nou creată.

În Germania în anul 1835 existau 3 fabrici de zahăr, iar în anul 1837 funcționau 122 fabrici, care prelucrau 25 000 tone sfeclă, producînd 1 300 tone zahăr, deci lucrau cu un randament de 5—6%.

Aceiași dezvoltare a industriei zahărului a avut loc în prima jumătate a secolului XIX-lea în principalele țări europene ale acelor timpuri.

Producția de zahăr din sfeclă realizată în Europa în secolul al XIX-lea a crescut și s-a dezvoltat simțitor. La aceasta a contribuit Franța, care în anul 1864 producea 200 000 tone zahăr, adică jumătate din producția Europei. În anul 1874 Franța producea 450 000 tone zahăr, Germania 256 000 tone, iar Austria 220 000 tone.

Începînd cu anul 1875 industria zahărului din Franța decade simțitor, din cauza impozitelor ridicate. În această perioadă se dezvoltă rapid producția de zahăr în Germania, Austria și Rusia. Ca urmare în cam-

pania 1884—1885 producția de zahăr în Germania atinge nivelul de 1 000 000 tone zahăr, în Austria de 650 000 tone, iar în Rusia de 450 000.

La această dezvoltare a industriei zahărului din a doua jumătate a secolului al XIX-lea a contribuit în primul rînd sistemul impozitelor care se percepea industriei zahărului sub diferite forme; și anume:

— asupra cantității de zahăr produs, sistem aplicat în Franța și a contribuit la scăderea producției de zahăr a Franței după anul 1875;

— după cantitatea de sfeclă prelucrată, sistem aplicat în Germania care a contribuit la creșterea randamentului de zahăr cristal obținut, pe baza scăderii pierderilor de zahăr în procesul tehnologic;

— după capacitatea aparatului de extracție, sistem aplicat în Austria, care de asemeni a contribuit la creșterea gradului de extracție a zahărului din sfeclă pe baza reducerii pierderilor de zahăr în borhot, la o aceeași capacitate a aparatului de extracție;

— după conținutul de zahăr din sfecla prelucrată, sistem aplicat în Franța cu scopul de a redresa industria zahărului, de a stimula cultivatorii de sfeclă și de a asigura industriei zahărului eficiența economică necesară concurenței cu celelalte țări europene devenite mari producătoare de zahăr din sfeclă.

La sfîrșitul secolului al XIX-lea în Franța se prelucra sfeclă cu conținut de zahăr de 10%, randamentul de zahăr extras fiind de 7% sfeclă. În același timp Germania și Austria prelucrau sfeclă cu 13—15% zahăr, din care extrăgeau 11—13% zahăr.

Ulterior, în anul 1891 în Germania s-a abrogat legea privind stabilirea impozitului după sfecla prelucrată și s-a introdus impozitul asupra zahărului produs. Tot în Germania în anul 1896 au fost stabilite primele pentru exportul de zahăr, suprimate apoi în anul

1901. Ca urmare a scăzut impozitul pe zahărul produs cu circa 58%.

În Belgia prima fabrică de zahăr din sfeclă a fost construită în anul 1812 în localitatea Bois de la Chambre, de lîngă Bruxelles.

După înfrîngerea lui Napoleon, în anul 1815, majoritatea fabricilor de zahăr din sfeclă, atît în Franța cît și în alte țări, cum este de exemplu Belgia, au dispărut. Europa a fost din nou inundată de zahărul de trestie adus din colonii.

Ulterior, lent dar sigur, industria zahărului din sfeclă s-a redezvoltat. La aceasta a contribuit abolirea sclaviei în anul 1848, ceea ce a făcut ca zahărul din trestie să devină mult mai scump.

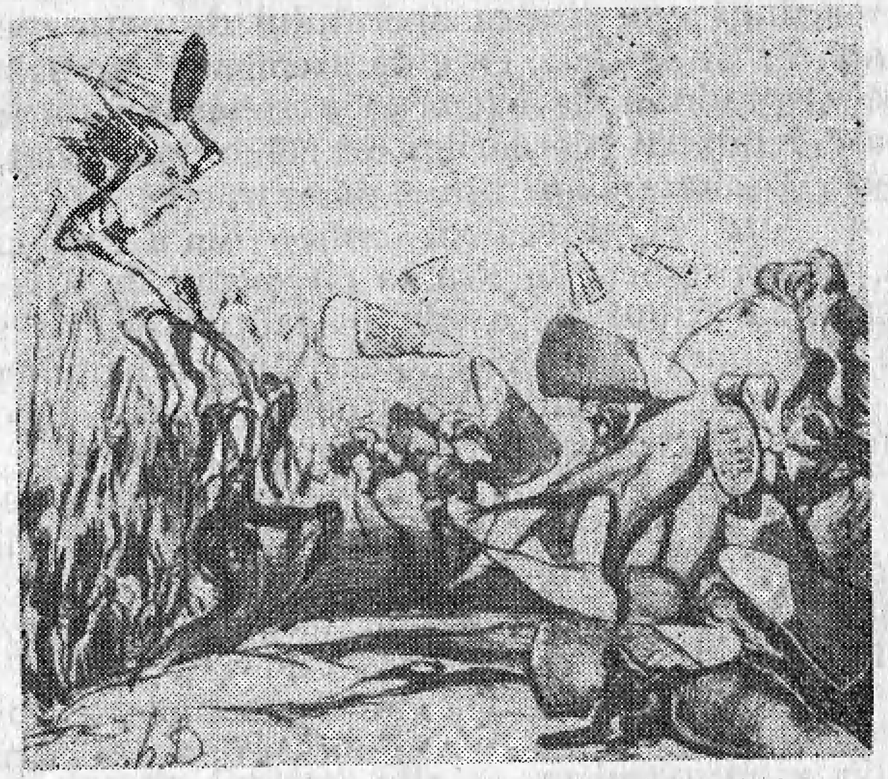

Fig. 5. Așa se reprezenta în caricaturi, în secolul al XIX-lea concurența dintre zahărul de trestie și cel de sfeclă.

Industria zahărului din sfeclă s-a consolidat progresiv prin îmbunătățirea tehnicii și prin apariția unor mari unități de producție și de selecție a sfeclei.

În prima, dar mai ales în a doua jumătate a secolului al XIX-lea cultura sfeclei și producția zahărului din sfeclă s-a extins și în alte țări și în alte continente. În deceniul al VIII-lea industria zahărului din sfeclă se înființează și în țara noastră.

Din această perioadă ne-a rămas în publicațiile vremii o imagine simbolică a concurenței și luptei pentru supremația și dominația pieței internaționale dintre zahărul din sfeclă și cel din trestie, fig. 5.

1.9. Dezvoltarea industriei zahărului din sfeclă

La începutul secolului al XIX-lea zahărul se extrăgea din sfeclă prin presarea terciului ce se obținea prin mărunțirea sfeclei cu răzătoarea.

În anul 1821, un renumit agronom francez, Mathieu de Dombasle, a înlocuit răzătoarea de sfeclă cu un aparat cu cuțite, care necesita mult mai puțină forță pentru mărunțirea sfeclei. Preocupat de extragerea cît mai avansată a zahărului din sfeclă acesta a continuat cercetările, astfel încît în anul 1831 a reușit să realizeze o bună extracție a zahărului prin tratarea cu apă fierbinte a sfeclei tăiată sub formă de rondele. Pentru a evita obținerea unei zemi mucilaginoase datorită unei temperaturi prea ridicate a apei de opărire, un alt francez De Beaujeu a limitat temperatura apei de opărire la 90°C.

Extragerea zahărului din sfeclă cu ajutorul apei se realizează prin difuzie. Difuzia este acel fenomen fizic prin care substanțele dizolvate trec liber în acea

parte a soluției unde concentrația lor este mai mică, pînă ce în întreaga soluție repartizarea moleculelor dizolvate este uniformă.

Bazat pe cercetările efectuate de înaintași, Jules Robert, fabricant de zahăr din localitatea Seelowitz din Moravia, a elaborat în anul 1864 un nou procedeu de extracție a zahărului din sfeclă, procedeu bazat pe difuzie în apă caldă a zahărului. După cîțiva ani procedeul a fost pus la punct și aplicat în fabrica de la Seelowitz, apoi în Germania, Austria, Rusia. Franța a introdus extracția zahărului prin difuzie în fabricile sale abia în anul 1876, prima fabrică franceză care a dispus de difuzie fiind fabrica Villeneuve-sur-Verbirie.

Tot Jules Robert a fost acela care a creat mașina de tăiat sfeclă cu disc orizontal, care tăia sfecla sub formă de tăieței, precum și bateria formată din vase închise în care se realiza industrial extracția zahărului prin difuzie.

Zeama de difuzie obținută în urma procesului de extracție a zahărului, prin difuzie din sfeclă este o soluție de culoare cenușie, opalescentă, spumează ușor și are un conținut ridicat de substanțe străine zahărului, substanțe numite generic „nezahăr".

La începutul secolul al XIX-lea pentru purificarea zemii extrase din sfecla de zahăr se foloseau două metode și anume:

— tratarea zemii cu acid sulfuric, praf de cretă și lapte smîntînit;

— tratarea zemii cu var și carbonat de amoniu, operație denumită defecare.

În anul 1811 Figuier a observat puterea decolorantă pe care o avea cărbunele din oase. Un an mai tîrziu, în 1812, Derosne a aplicat această proprietate a cărbunelui din oase la purificarea lichidelor care conțineau zahăr. Procedeul său consta în amestecarea căr-

bunelui animal sub formă de pudră cu zeamă tratată cu var, adăugarea unei mici cantități de sînge de bou și fierberea amestecului. Se formează astfel un precipitat albuminos care înglobează cărbunele și care se poate separa prin decantare sau prin filtrare.

În anul 1828 Payen a observat că decolorarea zemurilor de zahăr se realizează și dacă acestea sînt trecute printr-un strat de praf de cărbune de oase.

Profesorul Kuhlmann de la facultatea din Lille a propus în anul 1833 ca excesul de var din zeamă să se precipite cu acid carbonic în locul acidului sulfuric, operație denumită saturare sau carbonatare. În anul 1848 un fabricant de produse chimice din Paris, Rousseau, a obținut primul brevet pentru invenția sa privind saturarea zemii defecate cu acid carbonic, procedeu care a dat rezultate foarte bune.

Precipitatul format prin tratarea zemii defecate cu acid carbonic s-a separat de zeamă prin filtrare cu ajutorul unor filtre presă. Pentru prima dată această operație s-a realizat în Anglia anului 1834.

Zeama limpezită, respectiv purificată trebuia concentrată prin eliminarea apei. Procesul se realiza prin evaporare, care însă necesita mult consum de combustibil. Pentru reducerea consumului de combustibil, în perioada 1829—1830, inginerii francezi au propus și realizat practic sisteme de evaporație cu efect multiplu, care funcționau sub presiune și sub vid.

Prima fabrică de zahăr care a fost dotată cu stație de evaporație cu trei efecte a fost fabrica din Luisiana, în anul 1845. Prin introducerea în producție a acestei instalații s-a obținut un sirop concentrat mai puțin colorat, într-un timp mai scurt și cu o puritate mai ridicată decît în cazul concentrării prin evaporare cu un singur efect.

Dezvoltarea tehnicii din industria zahărului a fost marcată și de alte evenimente. Astfel începînd cu anul 1843 s-a utilizat polarimetrul pentru determinarea conținutului de zahăr, din 1844 se practică albirea zahărului în centrifugi, iar din 1883 se dezaharifică melasă prin procedeul separației a zahărului la rece cu oxid de calciu sub formă de zaharat tricalcic etc.

Paralel cu dezvoltarea tehnicii și tehnologiei din industria zahărului, către mijlocul secolului al XIX-lea s-a extins cultura sfeclei de zahăr. Astfel din jurul anului 1830 sfecla începe să se cultive în America de Nord, după anul 1850 în Chile, iar pe la anul 1880 în California.

În anul 1837 a fost construită prima fabrică de zahăr din sfeclă din Finlanda. Mult mai tîrziu, în anul 1906 în Finlanda a mai fost construită o fabrică de zahăr care a funcționat în timpul primului război mondial. Tot în Finlanda în anul 1920 a fost construită o nouă fabrică de zahăr care funcționează și astăzi. Rafinarea zahărului brut de trestie are o tradiție mai veche în Finlanda, prima rafinărie construită în anul 1756 funcționînd și astăzi.

Paralel cu dezvoltarea tehnologiei și tehnicii de obținere a zahărului, în ultima perioadă a secolului XX-lea s-a modernizat construcția și arhitectonica fabricilor, creindu-se imaginea tip a fabricii de zahăr, imagine prezentată în fig. 6.

În perioada anilor 1945—1950 s-au introdus și generalizat în producție instalațiile continue de extracție prin difuzie a zahărului din sfeclă. O astfel de instalație de o complexitate semnificativă pentru nivelul tehnic din industria zahărului este instalația prezentată în fig. 7.

Paralel cu perfecționarea procesului de extracție a zahărului din sfeclă, în ultima perioadă s-a îmbună-

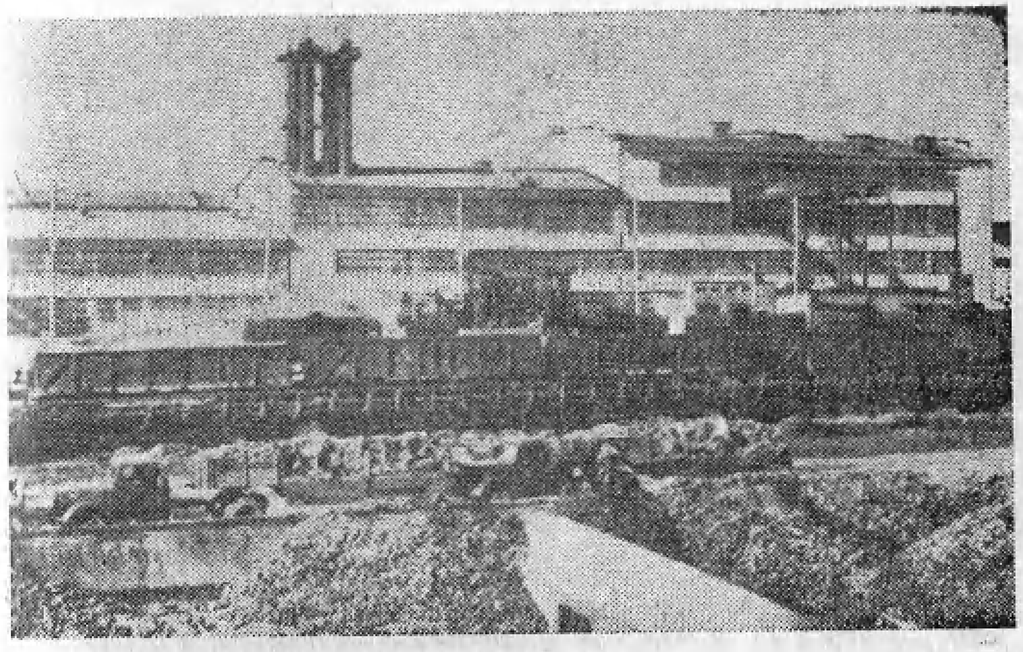

Fig. 6 Arhitectură modernă a noilor fabrici de zahăr.

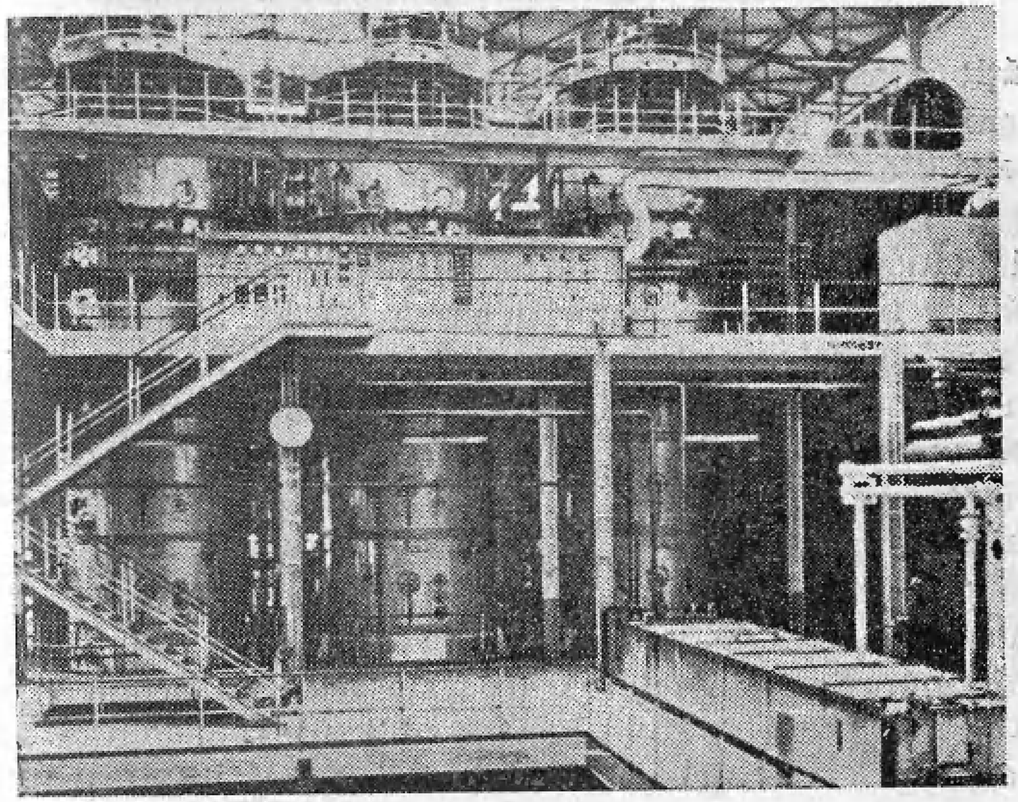

Fig. 7. Instalație cu funcționare continuă pentru extracția zahărului din sfecla de zahăr.

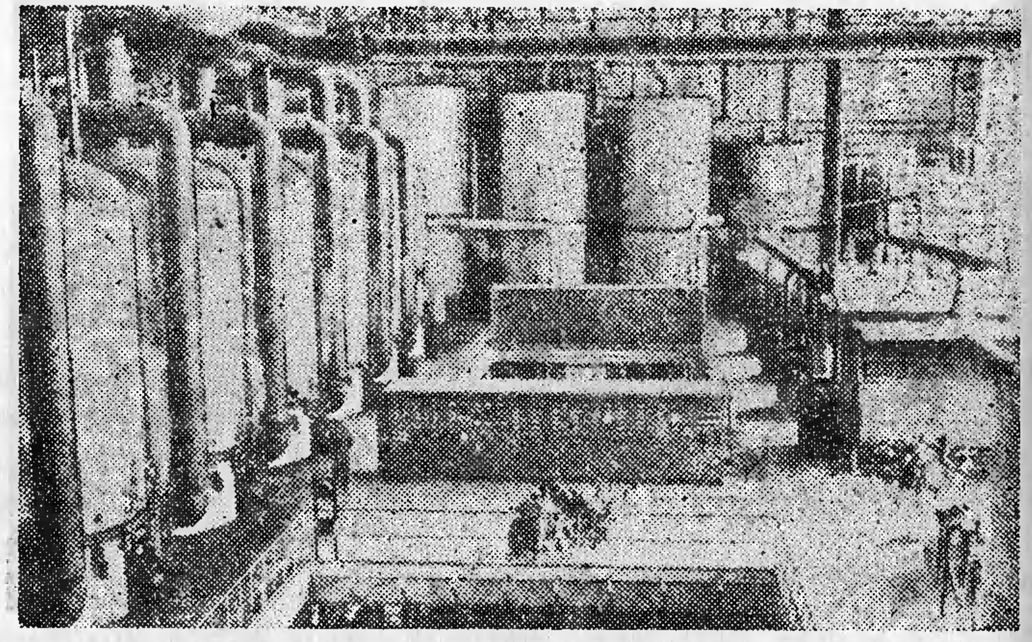

Fig. 8. Stația de purificare și filtrare a zemurilor

tățit considerabil procesul de purificare și filtrare a zemurilor, realizîndu-se instalații complexe de tipul celei din fig. 8.

Dezvoltarea rapidă pe care a cunoscut-o cultura și industrializarea sfeclei de zahăr s-a datorat posibilităților multiple de valorificare a sfeclei. Astfel, sfecla de zahăr este o plantă absolut necesară asolamentelor în agricultură. Coletul și frunzele plantei sînt un furaj valoros. Rădăcina din primul an de vegetație a plantei se utilizează ca materie primă pentru obținerea zahărului. În afară de zahăr din procesul tehnologic de prelucrare a sfeclei de zahăr rezultă două subproduse deosebit de valoroase, borhotul care este un furaj important și melasa care este materia primă a industriilor fermentative pentru obținerea alcoolului etilic, drojdiei furajere, acidului citric, drojdiei de panificație etc. De asemenea din procesul tehnologic rezultă și nămolul de saturație care este un amendament valoros pentru terenurile acide.

1.10. Începuturile și dezvoltarea industriei zahărului în România

Pentru prima dată pe teritoriul țării noastre s-a obținut zahăr în atelier meșteșugăresc din satul Fabrica din comuna Gîrbănești. Ulterior pe teritoriul Transilvaniei au mai luat ființă încă 3—4 ateliere meșteșugărești de acest gen.

Legea pentru încurajarea introducerii industriei zahărului în țară a fost prima lege de încurajare a industriei zahărului în România și a fost dată în anul 1873.

Această lege prevedea următoarele:

— scutirea de orice impozit a zahărului fabricat în țară timp de 20 de ani;

— scutirea de taxă vamală pentru importul utilajelor, instalațiilor și a mașinilor necesare noii industrii;

— scutirea de taxă de timbru a acțiunilor emise la înființarea fabricilor de zahăr.

Ca urmare a acestei legi, în anul 1875 s-au înființat fabricile de zahăr de la Chitila și de la Sascut. Aceste fabrici au întîmpinat greutăți economice și tehnice mari, fiind primele din țară. Statul a ajutat aceste două fabrici să lupte contra zahărului străin, care se bucura de prime de export în țările respective de unde-l importam, prin legea din 28 mai 1882, cea de a doua lege dată pentru încurajarea industriei zahărului în România.

Această a doua lege garanta celor două fabrici că Statul va acorda timp de 15 ani o primă de fabricație de 0,16 lei/kg zahăr tuturor fabricilor de zahăr din țară și a oferit celor două fabrici existente o primă de încurajare globală de cîte 250 000 lei.

Primele studii și cercetări pentru introducerea culturii sfeclei de zahăr și pentru obținerea zahărului au fost efectuate în anul 1871 de F. Montanari. Chimistul parizian Guerini, care de asemenea a studiat sfecla de zahăr cultivată în țara noastră, a declarat că aceasta este asemănătoare din punct de vedere calitativ cu toate soiurile de sfeclă de zahăr cunoscute pînă atunci. Aceste afirmații au determinat Statul român să încurajeze industria zahărului în România.

La 12 aprilie 1887 se votează legea pentru încurajarea industriei naționale, iar prin legea votată la 25 aprilie 1896 avantajele pentru industria zahărului a legii din 1882 se prelungesc cu încă 15 ani.

Cu toate ajutoarele acordate în anul 1882 fabrica de la Chitila se închide, iar fabrica de la Sascut se menține cu greu. Timp de 15 ani nu a fost construită nici o fabrică nouă de zahăr în România. În anul 1897 se înființează fabrica de la Mărășești și fabrica de la Brînceni — Teleorman.

Pentru a încuraja industria zahărului sînt date noi legi în anul 1898, în anul 1899 și în 1902, aceasta din urmă avînd efecte negative asupra industriei zahărului din România.

În anul 1900 se înființează cea mai mare fabrică de zahăr din România „Societatea generală de fabrici și rafinării din România" care construiește fabrica de la Roman și cumpără fabrica de la Sascut. Tot în anul 1900 se înființează fabrica de zahăr de la Ripiceni — Botoșani.

În Transilvania prima fabrică de zahăr a fost construită la Bod — Bîrsa, în anul 1889. În anul 1893 se construiește fabrica de la Tîrgu Mureș.

În anul 1900 fabricile de zahăr din România se cartelează, iar doi ani mai tîrziu în 1902 se formează un birou comun de vînzare a zahărului. După 21 decembrie 1904 exclusivitatea vînzării zahărului este acordată „Casei de comision pentru desfacerea produselor industriale din țară".

Fabrica de zahăr de la Mărășești este desființată în aprilie 1914, în locul său înființîndu-se fabrica de la Giurgiu.

După primul război mondial au fost emise o serie de decrete și legi referitoare la industria zahărului. Cea mai importantă este legea din 11 aprilie 1933 care prevedea că nu se poate deschide o nouă fabrică de zahăr fără aprobarea motivată a Consiliului de Miniștri. De asemenea creșterea capacității de prelucrare a unei fabrici existente se aproba pe aceea cale.

După primul război mondial, în anul 1921, a fost terminată construcția și a fost pusă în funcțiune fabrica de la Giurgiu. Construcția sa începuse în anul 1914, dar a fost întreruptă de război. În vestul țării au fost construite fabrica de la Arad și de la Timișoara. Aceste fabrici construite în anii 1925 respectiv 1931, au început să lucreze la 18 septembrie 1926 respectiv în noiembrie 1932.

Industria zahărului în România s-a dezvoltat rapid, astfel că în anul 1935 funcționau 15 fabrici care dispuneau de o putere instalată de 34 071 CP. Capacitatea totală de prelucrare a fabricilor era de 17 350 tone sfeclă/24 ore. În 100 zile de campanie prin prelucrarea a 1 735 000 tone sfeclă cu un conținut mediu de zahăr de 14% se obțineau 240 000 tone zahăr, ran-

damentul de extracție a zahărului fiind de 11,4% sfeclă.

Cel de al doilea război mondial a întrerupt construcția fabricii de zahăr de la Podari — Craiova, construcție reluată și terminată după război. Fabrica a fost pusă în funcțiune în anul 1957.

Ulterior în anii 1959—1960 au fost construite fabricile de zahăr de la Luduș în județul Mureș și de la Bucecea, în județul Botoșani, fiecare avînd capacitatea de 2 000 tone sfeclă/24 ore. În anul 1964 se modernizează fabrica de la Tîrgu Mureș. Urmează apoi o perioadă în care se construiesc trei fabrici de zahăr de capacitate mai mare și anume 3 000 tone sfeclă/24 ore, perioadă încheiată prin punerea în funcțiune în anul 1968 a fabricii de la Buzău, în 1969 a fabricii de la Oradea, iar în 1970 a fabricii de la Corabia.

O nouă etapă de dezvoltare a industriei zahărului în România o constituie punerea în funcțiune a fabricilor de capacitate 4 000 tone sfeclă/24 ore. Astfel în 1973 este pusă în funcțiune fabrica de la Roman (construită în apropierea fabricii vechi) în 1975—1976 sînt puse în funcțiune fabricile de la Urziceni și Tăndărei, iar în 1978 începe producția fabrica de la Pașcani.

Un alt aspect al dezvoltării industriei zahărului în țara noastră este legat de reutilarea și modernizarea fabricii de zahăr de la Giurgiu în 1974. După modernizare această fabrică prelucrează sfecla după un nou principiu tehnologic și tehnic și anume depozitarea unei părți din siropul concentrat (50% din total sirop) și prelucrarea sa după terminarea campaniei de sfeclă. Acest principiu presupune mărirea capacității primei părți a fabricii (unde se realizează extracția zahărului din sfeclă, purificarea și concentrarea zemii

de difuzie) la dublu față de capacitatea celei de a doua părți a fabricii (unde se realizează fierberea, cristalizarea separarea prin centrifugare și condiționarea zahărului). Se realizează astfel o importantă economie de investiții, dar în același timp se reduce perioada de depozitare a sfeclei, ceea ce reduce pierderile de zahăr la depozitare.

Importanța economică pe care o are pentru economia unei țări cultura și industrializarea sfeclei de zahăr își găsește expresia în politica economică a partidului și statului nostru de dezvoltare a industriei române de zahăr.

Programul prioritar de extindere a suprafețelor cultivate cu sfeclă de zahăr și de dezvoltare a capacităților industriale pentru producerea zahărului, paralel cu intensificarea producției de sfeclă de zahăr, urmărește în primul rînd creșterea producției de zahăr în țara noastră. Prin aceasta se va îmbunătăți aprovizionarea populației și industriei consumatoare cu unul din principalele alimente, care în același timp este și o importantă materie primă pentru industrie — zahărul.

Strategia economică actuală din care rezultă direcții noi de orientare, dezvoltarea industriei zahărului se va realiza pe de o parte, prin construirea de noi fabrici de zahăr de capacitate mică, amplasate în consiliile unice agro-industriale mari cultivatoare de sfeclă de zahăr, în localități unde sînt posibilități de folosire a unor utilități deja existente. Astfel investițiile se vor realiza cu minimum de cheltuieli, se va asigura stabilitatea cadrelor de specialitate și a forței de muncă. Se asigură utilizarea eficientă a mijloacelor de transport, reducerea consumului de carburanți prin reducerea la 30 km a distanței de la care se transportă sfecla, valorificarea superioară a materiei prime prin prelucra-

rea în stare proaspătă, valorificarea eficientă a subproduselor: borhotul şi melasa. În felul acesta vor dispare parţial depozitele intermediare de sfeclă şi rampele din gări, se eliberează calea ferată, transportul efectuîndu-se numai cu mijloace auto şi hipo.

Prin realizarea întregului program de dezvoltare a industriei zahărului în anul 1985 capacitatea totală de prelucrare va fi de 100 000 tone sfeclă/24 ore, care în 100 zile de campanie va asigura obţinerea unei producţii de 1,3 milioane tone zahăr.

2. CE ŞTIM DESPRE SFECLA DE ZAHĂR CA PLANTĂ TEHNICĂ ŞI IMPORTANŢA SA ECONOMICĂ

Industria zahărului din ţara noastră prelucrează ca materie primă pentru obţinerea zahărului, rădăcinile sfeclei de zahăr, *Beta vulgaris,* din familia *Chenopodiaceelor,* din primul an de vegetaţie. Aceasta este o plantă tehnică care conţine zahăr în proporţie de 14—20%.

2.1. Originea sfeclei de zahăr. Clasificarea botanică

Speciile sălbatice de sfeclă de zahăr au fost aduse în Boemia de către popoarele barbare după căderea Imperiului Roman, respectiv după anul 476 e.n.

Sfecla de zahăr ca şi celelalte specii de sfeclă (furajeră şi de distilerie) aparţin genului *Beta* din familia *Chenopodiaceae*. Varietăţile cultivate de sfeclă au provenit din *Beta vulgaris* sau *Beta maritima.*

Beta maritima, una din cele mai importante specii sălbatice era o plantă anuală, cu rădăcini de 10—150 g şi cu 3,4—10,6% zahăr. Prin selecţie sfecla sălbatică s-a transformat într-o plantă bianuală cu 14—18% zahăr şi chiar mai mult.

Sfecla care conţine 4—5% zahăr are o productivitate mare la hectar şi anume 100 000 kg şi este uti-

lizată la hrana vitelor. Sfecla cu un conținut mediu de zahăr și anume 8—12% are o producție mediu și anume circa 60 000 kg/ha. Aceasta se poate utiliza cu eficiență maximă la obținerea alcoolului carburant sau a unor produse chimizabile cum sînt de exemplu biogazul, alcoolul metilic etc. Utilizarea acestei sfecle în fabricile de zahăr la obținerea zahărului nu este eficientă din cauza conținutului ridicat de nezahăr pe care-l conține și care împiedică cristalizarea zahărului. Din acest motiv, acest tip de sfeclă se numește sfeclă de distilărie.

Sfecla cu un conținut de zahăr de 14—20% are un conținut mai mic de substanțe străine zahărului. Această sfeclă este destinată obținerii zahărului și de aceea se numește sfeclă de zahăr. Producția de sfeclă de zahăr este minimum 30 000 kg/ha în regim neirigat și de minimum 70 000 kg/ha în regim irigat.

Sfecla de zahăr are o rădăcină pivotantă, de formă conică, care se „înșurubează" mai mult sau mai puțin în pămînt. Cu cît rădăcina sfeclei conține mai mult zahăr, cu atît ea este mai adînc înfiptă în pămînt.

Sfecla furajeră are jumătate din rădăcină deasupra pămîntului și prezintă un cap foarte lung. Sfecla de distilărie are rădăcina puțin ieșită din pămînt.

Sfecla furajeră este mult mai mare și are rădăcina perfect netedă, în timp ce sfecla de zahăr are rădăcina cu atît mai rugoasă, cu cît conține mai mult zahăr. Rădăcina sfeclei de zahăr are două canale diametral opuse, numite canale zaharifere, din care pornesc rădăcini subțiri, care se afundă profund în pămînt.

În figurile 9, 10 și 11 sînt reprezentate sfecla furajeră, sfecla de distilărie și sfecla de zahăr.

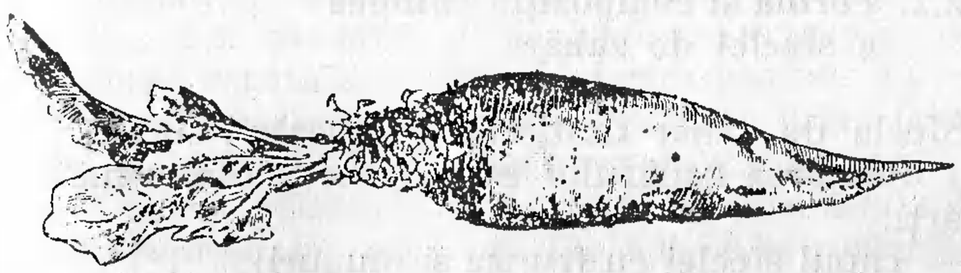

Fig. 11. Sfecla de distilerie.

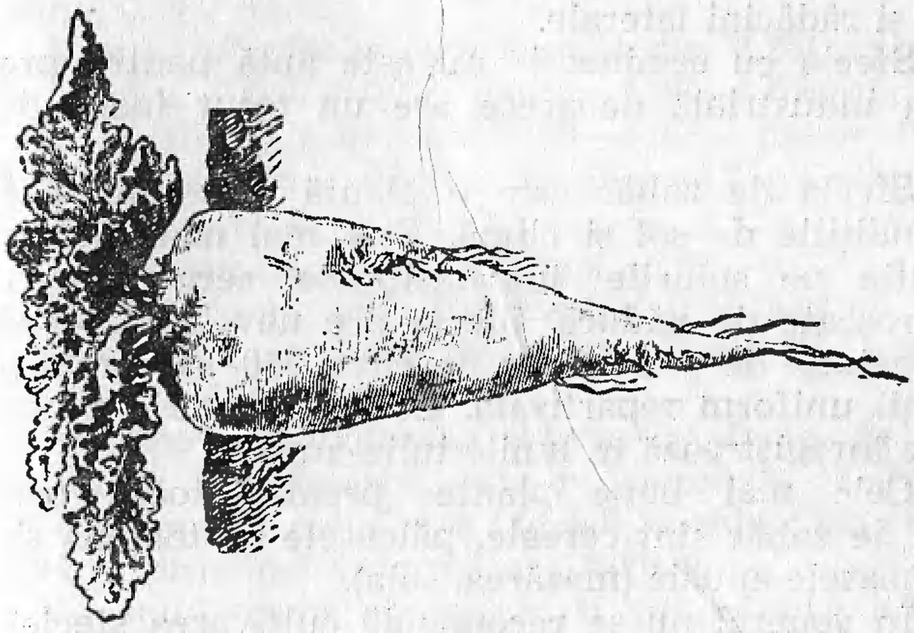

Fig. 10. Sfecla de zahăr.

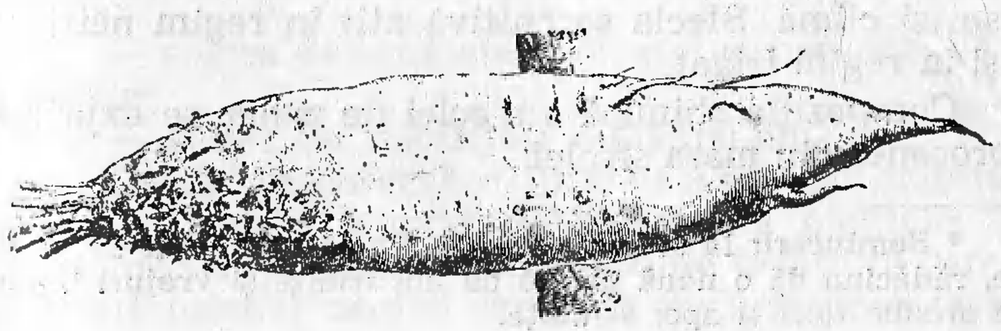

Fig. 9. Sfecla furajeră.

2.2. Forma și compoziția chimică a sfeclei de zahăr

Sfecla de zahăr destinată prelucrării industriale pentru obținerea zahărului este formată din următoarele părți:

— capul sfeclei cu frunze și muguri;

— gîtul sfeclei, partea dintre cap și rădăcina propriu-zisă pe care nu sînt frunze, muguri sau perișori;

— corpul sfeclei (rădăcina, propriu-zisă) cu perișori și rădăcini laterale.

Sfecla cu seminceri* nu este aptă pentru prelucrarea industrială deoarece are un țesut foarte lemnos.

Sfecla de zahăr este o plantă pretențioasă față de condițiile de sol și climă. Cele mai mari producții se obțin pe solurile: luto-nisipoase, cernoziomuri și brun-roșcate de pădure. Sfecla are nevoie în perioada de vegetație de o cantitate de circa 350—400 mm precipitații uniform repartizată. Cel mai mare consum de apă se înregistrează în lunile iulie-august.

Cele mai bune plante premergătoare pentru sfecla de zahăr sînt cerealele, păioasele de toamnă și leguminoasele anuale (mazărea, soia).

În general nu se recomandă cultivarea sfeclei de zahăr după porumb și floarea-soarelui. În țara noastră se cultivă mai multe soiuri de sfeclă, zonate în funcție de sol și climă. Sfecla se cultivă atît în regim neirigat cît și în regim irigat.

Compoziția chimică a sfeclei de zahăr se exprimă în procente din masa sfeclei.

---

* **Seminceri:** la sfecla de zahăr, în al doilea an de vegetație, rădăcina dă o nouă plantă cu noi frunze și vrejuri înalte care produc flori și apoi semințe.

Rădăcina sfeclei de zahăr conține circa 73,0—76,5% apă și circa 23,5—27,0% substanță uscată. Substanța uscată a rădăcinii sfeclei conține 4,5—5,5% substanțe insolubile în apă, substanțe care formează pulpa și 19,0—21,0% substanțe solubile în apă.

Dintre substanțele solubile în apă 14,0—17,0% sfeclă reprezintă *zahărul,* iar 4,0—4,5% sfeclă sînt substanțe străine zahărului, numite nezahăr.

Pulpa sfeclei conține în medie 1,2% celuloză, 1,1% hemiceluloză, 2,4% peptine, 0,1% saponine, 0,1% proteine, 0,1% cenușă.

Nezahărul sfeclei este format din 0,25% potasiu, 0,05% sodiu, 0,06—0,08% calciu, 0,06—0,08% magneziu, 0,01% fier și aluminiu, 0,08—0,09% fosfor, 0,03% sulf, 0,01% siliciu, 0,01% clor, 0,62—0,70% albumine, 0,2% aminoacizi, 0,10—0,15% amide, 0,15—0,25% betoină, 0,1% substanțe reducătoare, 0,01—0,03% rafinoză, 0,5% acizi organici fără azot, 0,1% peptine, 0,1% saponine, 0,01% substanțe colorante, 0,03% grăsimi, 0,05—0,08% alte substanțe.

Schematic, compoziția chimică a sfeclei de zahăr obținută în țara noastră este reprezentată în fig. 12.

Compoziția chimică a sfeclei de zahăr este determinată în principal de următorii factori:

— soiul sfeclei de zahăr și agrotehnica utilizată în cultură;

— condițiile pedoclimatice în care s-a dezvoltat planta;

— starea de sănătate a plantei și perioada de depozitare;

— starea de maturitate a plantei etc.

De aici se observă că pentru o aceeași cultură de sfeclă de zahăr, compoziția chimică a plantelor este foarte oscilantă, fiind determinată de modul în care s-a pregătit terenul pentru semănat, de îngrijirea terenu-

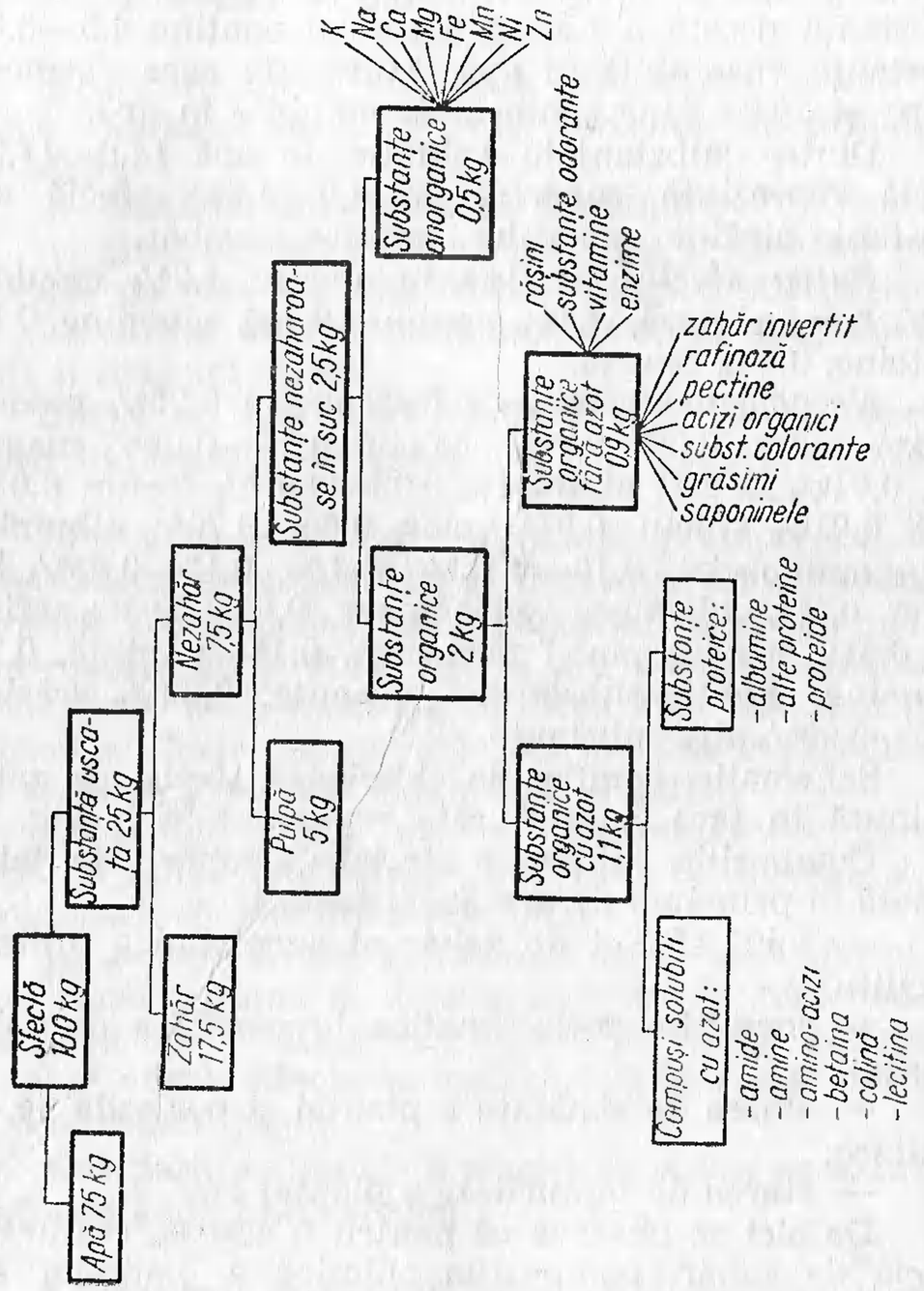

Fig. 12. Compoziția chimică a sfeclei de zahăr.

lui, de orientarea sa în funcție de razele soarelui, a vînturilor, a precipitațiilor etc.

Sucul obținut prin presarea sfeclei de zahăr, numit suc celular, are în general o compoziție chimică asemănătoare cu cea a sfeclei din care a provenit. Din cauza proprietăților specifice, pulpa sfeclei are o funcție de membrană care se opune extragerii sucului celular prin presare. De aceea compoziția chimică a sucului sfeclei este puțin diferită de compoziția sfeclei.

2.3. Valoarea tehnologică a sfeclei de zahăr

Principalii indicatori utilizați pentru estimarea valorii tehnologice a sfeclei de zahăr, adică a capacității sale de a se preta prelucrării eficiente în industria zahărului sînt: conținutul de zahăr, puritatea sucului intracelular, randamentul estimat de zahăr cristal şi de melasă ce se pot obține prin prelucrarea industrială a sfeclei etc.

Procentul maxim de zahăr şi minim de nezahăr îl are sfecla cu masa cuprinsă între 300—500 g.

Pentru ca sfecla de zahăr să fie de calitate tehnologică corespunzătoare cerințelor industriei zahărului, trebuie să fie matură din punct de vedere tehnologic, adică conținutul de zahăr să fie cît mai ridicat, masa rădăcinilor să fie maximă şi însuşirile tehnologice superioare.

În cîmp stadiul de maturitate al sfeclei se cunoaşte după frunze al cărui număr cu cît sfecla este mai matură se micşorează, iar culoarea lor din verde-închis devine verde-deschis, precum şi prin încetarea formării unor noi frunze.

Recoltarea şi livrarea sfeclei de zahăr trebuie încheiată în țara noastră pînă la 15 noiembrie, astfel

încît sfecla să nu fie surprinsă pe cîmp de geruri şi zăpezi.

Sfecla recoltată şi netransportată la fabrică pentru prelucrare sau la silozuri pentru depozitare, lăsată pe cîmp în grămezi, pierde zilnic din masă şi zahăr, în funcţie de temperatura mediului exterior. Aceste pierderi pot oscila în funcţii de condiţii între 0,986—4,220% în masă şi 0,842—2,840% în zahăr.

Cantitatea de zahăr cristal ce se obţine prin prelucrarea unei tone de sfeclă depinde de mai mulţi factori, printre care conţinutul de zahăr al sfeclei, conţinutul de impurităţi al sfeclei, corecta decoletare a rădăcinilor de sfeclă, adică tăierea frunzelor şi a capului rădăcinii, maturitatea tehnologică, prospeţimea, gradul de deshidratare a acesteia, gradul de vătămare mecanică şi de către microorganismele de pe suprafaţa sfeclei, care pot ajunge pînă la 50 milioane/g sfeclă.

Sfecla conţine pînă la 35—40% impurităţi care în cea mai mare parte sînt: pămînt, frunze, paie, zgură, nisip, pietre, fier, cărbune, bucăţi de cărămidă.

2.4. Depozitarea, transportul şi descărcarea sfeclei de zahăr

Depozitarea sfeclei de zahăr în silozuri de lungă durată. Sfecla de zahăr care nu este prelucrată imediat după recoltare trebuie să fie depozitată în condiţii speciale, pentru a se asigura menţinerea, pe cît posibilă, a valorii sale tehnologice.

Sfecla de zahăr după recoltare pierde o parte din apa conţinută în ţesuturi. Fiecare procent de apă pierdută atrage după sine pierderea unei cantităţi de zahăr estimată la 0,5—1,0 kg zahăr pe tona de sfeclă şi zi. Totodată sfecla continuînd să vegeteze consumă o

parte din zahărul acumulat ca substanţă de rezervă în perioada de vegetaţie.

Pentru ca pierderile de zahăr în timpul depozitării să fie cît mai mici, trebuie să se depoziteze numai sfeclă sănătoasă, matură, bine sortată, cu masa unei rădăcini cuprinsă între 300—800 g, cu conţinut de impurităţi de maximum 10%.

Practica a dovedit că dacă este amestecată cu pămînt, frunze, buruieni, sfecla nu se poate păstra, se încălzeşte, se depreciază, pierde zahăr şi chiar putrezeşte.

Depozitarea sfeclei în silozuri de lungă durată se recomandă să se facă numai cînd temperaturile aerului sînt sub 10°C. Silozurile pentru păstrarea sfeclei un timp îndelungat (30—100 zile) trebuie astfel orientate încît să fie cu latura în direcţia vînturilor mai frecvente în zona respectivă, pentru a avea o aerisire naturală cît mai eficientă.

Înălţimea unui siloz de sfeclă aerisit natural este de 2,5—3,0 m, iar înălţimea unui siloz de sfeclă cu aerisire artificială este de 6,5—8,0 m. Lăţimea unui siloz de sfeclă este de 8—12 m, dar poate ajunge şi pînă la 16 m. Terenurile pe care se depozitează sfecla de zahăr trebuie betonate. Înainte de depozitarea sfeclei terenul trebuie stropit, pentru dezinfectare, cu lapte de var de concentraţie 5—6° Bé, în cantitate de circa 50 l/m^2.

Sfecla depozitată se stropeşte în întreaga masă cu lapte de var de concentraţie 5° Bé în cantitate de 5 l/t de sfeclă. Un metru cub de sfeclă depozitată cîntăreşte circa 650 kg.

Suprafaţa sfeclei de zahăr depozitată trebuie bine nivelată, avînd o pantă uşoară în părţile laterale pentru scurgerea apelor de ploaie. Dacă nu se respectă aceste

condiții, este posibil ca în denivelările de pe suprafața silozului de sfeclă să se adune apă de ploaie sau de la topirea zăpezii, apă care poate îngheța, creînd pericolul de îngheț-dezgheț al sfeclei.

Sfecla depozitată pentru interval scurt de timp se așază în silozuri prizmatice de numai 2 m înălțime.

Sfecla care nu se poate depozita trebuie imediat prelucrată.

După recoltare se face manual sau mecanic decoletarea sfeclei. În cazul în care recoltarea s-a făcut mecanizat iar rădăcinile de sfeclă nu au fost decoletate uniform și curățite de pămînt, este necesar ca înainte de transport la fabrică sau bazele de recepție să se efectueze curățirea suplimentară de pămînt și să se facă corectarea manuală a decoletării.

Decoletarea rădăcinilor cu masa de pînă la 1 kg trebuie să fie executată orizontal, printr-o tăietură făcută sub urmele cele mai de jos ale frunzelor căzute. Sfecla cu masa de peste 1 kg, se decoletează conic de jur-împrejur, spre vîrf, pentru înlăturarea frunzelor uscate și a celor verzi cu o mică porțiune din pulpa sfeclei și printr-o tăietură orizontală cu diametru de 2—3 cm, pentru înlăturarea rozetei de frunze.

Transportul sfeclei din cîmp la fabrică. În țara noastră transportul sfeclei din cîmp la fabrică este complet mecanizat. Tendința actuală este ca recoltarea să se facă în ritmul prelucrării. Pentru aceasta este necesar ca autocamioanele care transportă sfecla să însoțească în cîmp combine de recoltat sfecla, ca direct de la combină să primească sfecla proaspăt recoltată și să o transporte la fabrică.

Dacă sfecla nu se transportă imediat la fabrică trebuie să se depoziteze în capul dinspre drum al tarlalei, de unde este încărcată în mijloacele de transport cu ajutorul tractoarelor cu cupă.

Autocamioanele care transportă sfecla trebuie să fie de capacitate mare.

La distanțe mari, cînd limitele rentabilității transportului sfeclei cu autocamioane sînt depășite, sfecla se transportă cu vagoane pe căi ferate.

Descărcarea sfeclei în curtea fabricii. Sfecla de zahăr este transportată la fabricile de zahăr cu mijloace auto și de cale ferată. La intrare în curtea fabricii mijloacele de transport încărcate cu sfeclă sînt cîntărite, apoi sfecla este descărcată.

Procedeul cel mai ieftin și mai simplu utilizat pentru descărcarea sfeclei din autocamioane și vagoane în curtea fabriciilor este descărcarea hidraulică cu ajutorul unui jet puternic de apă.

Acest sistem de descărcare mai prezintă și avantajul că realizează o primă spălare a sfeclei. În condițiile recoltării mecanice a sfeclei, mai ales cînd timpul este ploios, conținutul de impurități al sfeclei poate ajunge pînă la 35—40%. De aceea această primă spălare prin descărcare hidraulică are o mare importanță, asigurînd o curățire preliminară a sfeclei.

Sfecla de zahăr mai poate fi descărcată din mijloacele de transport prin basculare laterală sau frontală.

Mijloacele de transport goale se cîntăresc din nou iar prin diferență se determină cantitatea brută a sfeclei transportată la fabrică. Apoi, se determină cantitatea de impurități din sfeclă și se calculează cantitatea netă de sfeclă care a fost transportată.

Depozitarea sfeclei în curtea fabricii. În curtea fabricii, sfecla se depozitează în silozuri speciale numite „silozuri de zi", în care trebuie să se găsească în permanență o cantitate de sfeclă necesară pentru prelucrare timp de 2—3 zile. Capacitatea de prelucrare a

unei fabrici de zahăr este de 1 000—4 000 tone sfeclă/24 ore. În silozurile, de zi se depozitează numai sfeclă proaspătă și sănătoasă, pentru a se evita declanșarea și desfășurarea proceselor de degradare a acesteia.

Sfecla rănită sau veștedă se dirijează direct din mijloacele de transport în procesul tehnologic de prelucrare.

3. CUM SE OBȚINE ZAHĂRUL DIN SFECLA DE ZAHĂR

Pentru obținerea zahărului, așa cum îl cunoaștem din comerț, sînt necesare o succesiune de operații și procese fizice, chimice, fizico-chimice, care se grupează în următoarele etape:

— transportul sfeclei în fabrică, curățirea ei de impurități, spălarea și tăierea sfeclei în tăieței;

— cîntărirea tăiețeilor de sfeclă, extracția zahărului din tăieței prin difuzie și obținerea zemii de difuzie;

— purificarea zemii de difuzie, filtrarea și obținerea zemii subțiri;

— concentrarea zemii subțiri și obținerea zemii groase;

— cristalizarea din zeamă groasă a zahărului în două sau trei trepte de cristalizare, obținîndu-se masă groasă;

— separarea din masa groasă a cristalelor de zahăr, de siropul din care au cristalizat, uscarea, condiționarea și ambalarea zahărului.

3.1. Transportul sfeclei de zahăr în fabrică, spălarea și tăierea

Transportul în fabrică se face cu ajutorul apei care circulă prin canalele silozurilor de sfeclă. Apa cir-

culă în circuit închis, iar cantitatea necesară este de 600—700% față de masa sfeclei.

Din apa murdară de transport suspensiile se elimină prin tratare cu lapte de var și decantare iar pentru dezinfectare, la ieșirea ei din decantor se tratează cu clor după care se reia în circuit. Temperatura apei de transport a sfeclei trebuie să fie 15—20°C.

Pe traseul transportului hidraulic al sfeclei în fabrică sînt montate prinzătoare pentru a reține impuritățile ca paie, frunze, pietre etc.

Spălarea sfeclei de zahăr. Prima operație la care este supusă sfecla separată de apa de transport, este spălarea, în scopul îndepărtării impurităților aderente la suprafața ei, ca: pămînt, nisip etc. Aceasta se realizează în circa 8—10 minute, în mașini de spălat speciale de forma unor albii cu fund semicilindric, prevăzute cu ax și palete așezate elicoidal. Spălarea sfeclei se face în contracurent cu apă recirculată și apă proaspătă. Temperatura apei trebuie să fie de circa 20°C.

Pentru ca consumul de apă să fie minim și pentru a se realiza o bună spălare, apa proaspătă intră în mașina de spălat prin partea de unde iese sfecla spălată, iar apa recirculată intră prin aceeași parte cu sfecla nespălată.

Sfecla spălată, pentru dezinfecție, trebuie stropită cu apă clorinată, care conține circa 20 mg clor la litru.

Dezinfectarea sfeclei se face în scopul prevenirii eventualelor infecții microbiene, care provoacă fermentații nedorite în timpul extracției zahărului, provocînd pierderi de zahăr, deci micșorarea randamentului în zahăr.

Sfecla spălată este transportată la mașinile de tăiat sfeclă.

Tăierea sfeclei de zahăr și obținerea tăițeilor de sfeclă. Extracția zahărului din sfeclă se face în contracurent cu apa caldă. Dacă s-ar introduce în apa caldă sfecla întreagă, sau tăiată în bucăți mari, va trece în apă doar zahărul din straturile superficiale, care vin în contact direct cu apa. Pentru a se putea extrage practic și totodată repede tot zahărul din sfeclă este necesar să se mărească suprafața de contact a sfeclei cu apa de extracție. Aceasta se poate realiza prin tăierea sfeclei în tăiței, care au secțiunea în formă de „V". Această formă de tăiței prezintă cea mai mare rezistență la tasare, opune cea mai mică rezistență la circulația zemii și are o suprafață mare de contact cu apa în care se extrage zahărul.

Tăierea sfeclei se face în mașini de tăiat de diferite tipuri prevăzute cu cuțite speciale. Masa sfeclei din buncărul mașinii de tăiat apasă asupra sfeclei ce se află pe discul cu cuțite, care, prin rotire, taie sfecla transformînd-o în tăiței. Aceștia cad în spațiul de sub disc, într-o pîlnie care îi dirijează pe banda transportoare.

Calitatea tăițeilor obținuți se apreciază după lungimea a 100 g tăiței puși cap la cap. Tăiței nu trebuie să conțină sfărămături și de asemeni sfecla nu trebuie tăiată în plăci, deoarece în această situație nu s-ar putea extrage tot zahărul.

După tăierea sfeclei în formă de tăiței se face cîntărirea tăițeilor, cu ajutorul unor cîntare automate speciale, montate pe banda de transport a tăițeilor spre instalația de extracție a zahărului.

3.2. Extracția zahărului din tăițeii de sfeclă și obținerea zemii de difuzie

Fabricarea zahărului constă în primul rînd în extracția zahărului din sfeclă. De aceea industria zahărului este o industrie extractivă.

Extracția zahărului din tăiței de sfeclă se face în contracurent cu apa caldă, prin difuziune în aparate speciale. Prin încălzirea tăițeilor de sfeclă celulele sfeclei suferă transformări devenind permeabile și permit difuzarea moleculelor de zaharoză și a altor substanțe dizolvate din sucul celular în mediul exterior, în apa de extracție, respectiv în zeama de difuzie.

Scopul este de a extrage zahărul din tăiței de sfeclă și de a obține zeama de difuzie cu o puritate cît mai ridicată, adică cît mai bogată în zahăr și săracă în nezahăr.

Randamentul extracției zahărului din tăițeii de sfeclă depinde de suprafața de contact a acestora cu apa.

Suprafața tăițeilor de sfeclă este determinată de grosimea și lungimea lor. *Suprafața* de extracție depinde de grosimea tăițeilor, care este:

Grosimea tăițeilor, mm:	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Suprafața tăițeilor, m^2/100 g:	0,37	0,27	0,20	0,15	0,12

Dependența dintre suprafața tăițeilor și lungimea lor este:

Lungimea, m/100 g:							
6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
Suprafața tăițeilor, m^2/100 g							
0,115	0,124	0,130	0,137	0,144	0,150	0,155	0,160

Extracția zahărului din tăițeii de sfeclă se realizează în aparate de difuzie, care sînt de diferite tipuri

constructive, dar care se bazează pe aceleași principii de funcționare.

În industria zahărului din țara noastră se folosesc două categorii de aparate de difuzie: bateriile de difuzie clasice, tip Robert discontinue și instalații de difuzie, cu funcționare continuă de mai multe tipuri.

Bateriile de difuzie discontinue sînt pe cale de dispariție, ele fiind înlocuite cu instalații continue.

Tehnica extracției zahărului constă în faptul că tăițeii și apa de difuzie circulă în contracurent, în continuă mișcare, realizîndu-se astfel o extracție optimă a zahărului.

După extracția cu apă în aparatele de difuzie a zahărului din tăițeii de sfeclă, rezultă tăiței epuizați în zahăr, care constituie borhotul umed și zeama de difuzie, în cantitate de 110—125 kg/100 kg sfeclă. Dacă cantitatea de zeamă de difuzie este mai mică pierderile de zahăr în borhot sînt ridicate, dacă este mai mare crește consumul de energie necesar evaporării cantității respective de apă.

Apa folosită la extracția zahărului din sfeclă este apă proaspătă și apă rezultată de la presarea borhotului adică a tăițeilor de sfeclă de zahăr epuizați. Cantitatea necesară de apă proaspătă este de circa 45 kg/100 kg sfeclă.

Ca apă proaspătă pentru difuzie se folosește condens de la evaporație, în prealabil răcită, adică apă provenită prin condensarea vaporilor de aburi în timpul concentrării zmeurilor în stația de evaporație. Această apă este alcalină cu valoarea pH-ului de 8,0—9,5*. Deoarece pentru extracție este necesară apă slab acidă, cu valoarea *p*H-ului de 5,8—6,2 condensul se

* pH-ul indică reacția mediului și anume aciditatea, alcalinitatea sau neutralitatea.

acidulează fie cu acid sulfuric, bioxid de sulf sau prin schimb ionic. Consumul de sulf pentru sulfitarea apei de difuzie este de 0,01—0,015 kg/100 kg, iar consumul de bioxid de sulf este de circa 18 kg/100 m³ apă.

Apa de alimentație a difuziei nu trebuie să conțină microorganisme, deoarece acestea provoacă fermentații.

În funcție de calitatea tehnologică a sfeclei temperatura zemii din aparatele de difuzie trebuie să fie de 70—74°C.

Puritatea zemii de difuzie este mai mare cu 1,5—2,5 unități decît puritatea sucului obținut prin presarea sfeclei numit suc intracelular, deoarece în timpul extracției prin difuzie are loc un proces de autopurificare.

Puritatea unei soluții de zahăr, a zemurilor, siropurilor sau a produselor din procesul tehnologic al fabricării zahărului, reprezintă procentul de zaharoză din conținutul total de substanță uscată a produsului respectiv și se exprimă prin raportul de: *(zahăr/zahăr+nezahăr)×100*.

Efectul de purificare realizat prin difuzie este de circa 10—15%, dar scade atunci cînd se produc infecții microbiologice, sau apa de difuzie este impură.

Borhotul rezultat după extracția zahărului din sfeclă conține:

63—7,0% substanță uscată;
0,6—0,8% zahăr;
2,4—2,6% celuloză și hemiceluloză;
2,4—2,7% peptine;
0,5—0,7% proteine;
0,1% alți compuși azotici;
0,2—0,3% cenușă;
0,002—0,006% formalină.

Compoziția zemii de difuzie este asemănătoare cu cea a sfeclei din care a provenit.

Zeama de difuzie obținută dintr-o sfeclă sănătoasă se prezintă ca o soluție apoasă și impură de zahăr, colorată de la brun-deschis pînă la aproape negru, opalescentă, care spumează ușor, avînd în suspensie pulpă fină de sfeclă, nisip, argilă etc.

Zeama de difuzie are o compoziție complexă. În afară de zahăr în zeamă se află dizolvate sau în stare coloidală un număr însemnat de substanțe provenite din sfeclă, constituind nezahărul zemii de difuzie. Cantitatea procentuală a principalelor substanțe extrase sînt redate în tabelul 1.

Tabelul 1

Cantitatea procentuală a principalelor substanțe extrase din sfeclă în zeama de difuzie

Denumirea substanței	Cantitatea procentuală
Zaharoză	98
Proteină	30
Azot total	57
Oxid de potasiu	80
Oxid de sodiu	60
Oxid de magneziu	60
Cenușă	70

Conținutul de substanță uscată a zemii de difuzie este de 13—18%, din care 1,5—2,5 îl constituie nezahărul. Puritatea zemii de difuzie este cuprinsă în limitele 82—90%.

Pulpa din zeama de difuzie este eliminată cu ajutorul unui separator numit *prinzător de pulpă*. Pulpa separată se dirijează la borhot. Din zeama de difuzie zahărul nu poate fi separat prin cristalizare în condiții economice și eficiente din cauza nezahărului pe care îl

conține. De aceea nezahărul trebuie separat, proces care se realizează la purificarea zemii. Se poate separa însă în condiții eficiente numai o parte din nezahăr.

3.3. Purificarea zemii de difuzie, filtrarea și obținerea zemii subțiri

Scopul purificării este de îndepărtare cît mai completă a nezahărului adică o serie întreagă de alte substanțe în afară de zaharoză din zeama de difuzie obținîndu-se zeama purificată, denumită zeamă subțire, care ulterior se concentrează și din care prin cristalizare se obține *zahăr cristal* și *melasa*.

Pentru purificarea zemii de difuzie se folosește în prezent procedeul cunoscut sub numele de calco-carbonic, care constă în tratarea zemii de difuzie cu var, în scopul precipitării și descompunerii unor grupe de nezaharuri, urmat de eliminarea excesului de var prin precipitarea carbonatului de calciu, barbotînd bioxid de carbon în zeama cu var.

În această reacție chimică o mare parte din nezahărul din zeama de difuzie este absorbit cît și adsorbit de precipitatul de carbonat de calciu, care ulterior se elimină prin decantare și filtrare sub formă de *nămol de saturație*.

Substanțele colorante conținute în zeamă sînt în mare parte eliminate.

Dar procesele chimice de la purificare au drept scop creșterea purității zemii de difuzie. Efectul de purificare realizat este de 35—40%. Se cunosc mai multe procedee de purificare a zemurilor cu var și bioxid de carbon, fiind impuse de calitatea tehnologică a sfeclei care se prelucrează.

Pentru a asigura un efect maxim de purificare, laboratoarele fabricilor stabilesc regimurile optimale de lucru, astfel ca procesul să se desfășoară normal, să se obțină zeamă subțire cu puritate ridicată (90—93%) limpede, clară, de culoare slab gălbuie, cu un conținut normal de substanță uscată (12—15° Brix).*

Pentru ca procesul de purificare să poată fi mai bine urmărit, redăm mai jos schematic desfășurarea sa (fig. 13).

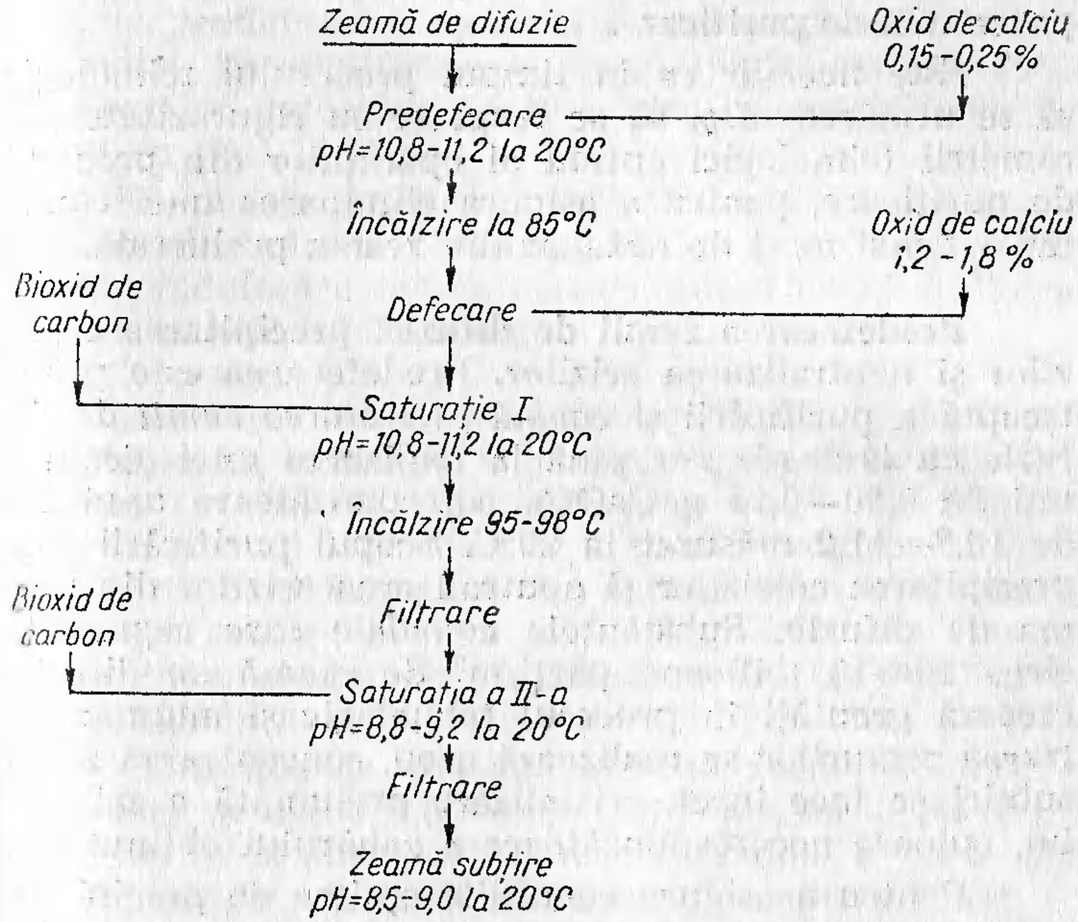

Fig. 13. Desfășurarea schematică a procesului de purificare.

* grade Brix: procentul conținutului în greutate de substanță uscată a soluțiilor determinat refractometric.

Procedeul de purificare calco-carbonică trebuie adaptat la condițiile locale ale fiecărei fabrici și la calitatea tehnologică a materiei prime prelucrate, fiind format dintr-o succesiune de operații cu rol precis în eliminarea nezahărului din zeamă. Aceste operații sînt caracterizate de parametri specifici ca: durata reacției, temperatura, valoarea *p*H-ului, alcalinitatea, varul total etc.

În continuare se descriu pe scurt aceste faze ale procesului de purificare.

Este necesar ca în timpul procesului tehnologic să se urmărească și să se respecte cu rigurozitate parametrii tehnologici optimi ai operațiilor din procesul de purificare, pentru a asigura eliminarea unei cantități cît mai mari de nezahăr din zeama prelucrată.

Predefecarea zemii de difuzie, precipitarea coloizilor și neutralizarea acizilor. Predefecarea este prima treaptă a purificării și constă în *tratarea zemii de difuzie cu lapte de var* pînă la realizarea unei alcalinități de 0,20—0,25 g $CaO\%$, corespunzătoare unui *p*H de 10,8—11,2 măsurat la 20°C. Scopul purificării este precipitarea coloizilor și neutralizarea acizilor din zeama de difuzie. Substanțele coloidale care reprezintă circa 10—15 milioane părți/m^3 de zeamă de difuzie, creează greutăți în procesul tehnologic și anume: filtrarea zemurilor se realizează greu, concentrarea zemii subțiri se face încet, cristalizare prelungită a zahărului, culoare necorespunzătoare a zahărului obținut etc.

Pentru a asigura condițiile optime de precipitare a coloizilor din zeama de difuzie, se utilizează predefecarea progresivă în contracurent. Se consideră predefecare progresivă operația la care punctul optim maxim al predefecării se atinge în cel puțin șase trepte,

în decursul unei perioade determinate de timp și la o temperatură stabilită.

Temperatura și durata optimă a predefecării au importanță deosebită în eficiența procesului. Predefecarea se poate realiza la rece la 35—40°C, la cald la 50—65°C și fierbinte la 75—80°C.

Predefecarea condusă corect la parametri optimi îmbunătățește decantarea și filtrarea zemii de saturația I, fără a modifica celelalte caracteristici ale zemii. Practic, predefecarea condusă și supravegheată cu atenție ridică productivitatea întregii fabrici cu 15—20%, iar condusă defectuos poate scădea productivitatea fabricii cu pînă la 20%.

Efectul de purificare realizat la predefecarea progresivă efectuată la parametri optimi este de 24—27%. După predefecare zeama mai conține 0,5—1,0 milioane părți coloidale/m^3 de zeamă.

Defecarea zemii predefecate. Zeama predefecată este încălzită la 87—85°C și apoi supusă defecării. Defecarea se realizează la cald timp de 8—15 minute, prin tratare cu lapte de var a zemii predefecate. Cantitatea de oxid de calciu din laptele de var adăugată la defecare este de circa 1,2—1,8 g $CaO\%$ în funcție de calitatea sfeclei. Se realizează astfel un mediu puternic alcalin avînd valoarea *p*H-ului mai mare de 12,5.

Cantitatea de var adăugată în zeama de purificare este de circa 0,85—0,90 părți pentru o parte de nezahăr. În zeamă însă, se dizolvă numai o parte din varul adăugat. Această adăugare de lapte de var se face în scopul ca la saturația I varul să fie precipitat cu bioxid de carbon, formînd o cantitate însemnată de carbonat de calciu, care adsoarbe nezahărul pe suprafața sa.

Supraîncălzirea zemii defecate peste 90°C determină spumarea intensă. Prelungirea duratei de defecație peste 10—15 minute este dăunătoare, deoarece mărește cantitatea coloizilor peptizați.

Saturația I. Saturația I este operația care constă în barbotarea în zeama defecată cu lapte de var a gazului de saturație, care conține bioxid de carbon. Procesul are loc la temperatura de 83—85°C.

Saturația I are ca scop:

— precipitarea cu bioxid de carbon sub formă de carbonat de calciu a oxidului de calciu adăugat în exces la predefecare și defecare;

— formarea precipitatului de carbonat de calciu, care constituie un suport la filtrarea zemii saturate;

— formarea precipitatului de carbonat de calciu, care constituie o masă adsorbantă pentru coloizi și substanțele colorante din zeamă.

Durata operației de saturare este de circa 10 minute.

Gazul de saturație provine de la cuptorul de var și are o concentrație de CO_2 de 26—34%. Saturația zemii se face pînă la *p*H optim de 10,8—11,2. În timpul procesului de saturație se întîmplă uneori ca zeama să spumeze. Spumarea zemii de saturația I are loc cînd temperatura sa este sub 75°C, cînd alcalinitatea finală depășește 0,10 g CaO%, cînd nivelul zemii din aparatul de saturație este prea ridicat și cînd conținutul de bioxid de carbon din gazul de saturație este prea mic.

Nezahărul absorbit și adsorbit de carbonatul de calciu format la saturația I este eliminat din zeamă sub formă de nămol de saturație.

Separarea sedimentului din zeama de saturație I. Separarea sedimentului din zeama de saturație I se

realizează în prezent prin două operații: *decantarea* și *filtrarea.*

Decantarea sau sedimentarea. Decantarea sau sedimentară este fenomenul de depunere a particulelor de suspensie din masa unui lichid. Zeama limpede, lipsită de sediment se separă deasupra stratului de suspensie depus în masa lichidului.

Timpul de sedimentare trebuie să nu depășească circa 60—70 minute. *Viteza de sedimentare* exprimată prin coeficientul „SK" și determinată în laborator este considerată foarte bună pentru valori de 15—8 cm/minut, bună pentru valori 8—5 cm/minut și nesatisfăcătoare pentru valori mai mici de 5 cm/minut.

Particulele mici din suspensie sedimentează mai încet decît particulele mari, din care cauză zeama limpezită prin decantare este uneori tulbure. Această tulbureală a zemei este eliminată prin introducere în zeamă înaintea decantării a unui agent floculant, numit accelerator de sedimentare, care pe lîngă efectul de limpezire a zemii are efect de creștere a vitezei de sedimentare.

Ca urmare a decantării se obține zeamă decantată în proporți de 80%, care se supune și filtrării pentru a obține o zeamă limpede.

Practica a demonstrat că rămînerea îndelungată a zemii după saturația I în contact cu suspensia de nămol înrăutățește calitatea zemii.

Filtrarea. Pentru a evita înrăutățirea calității zemei din cauza staționării un timp îndelungat în contact cu nămolul în decantoare, în ultima vreme decantarea s-a înlocuit cu filtrarea. Filtrarea are drept scop îndepărtarea precipitatului nămolului, din zeama

de saturația I pe principiul reținerii fazei solide pe elemente filtrante, care sînt traversate de lichid.

În industria zahărului se folosesc două categorii de filtre pentru separarea nămolului. Filtre pentru filtrarea zemurilor cu cantități mari de nămol, cum este zeama de saturație I și filtre pentru zemuri, siropuri cu cantități mici de precipitat.

Din prima categorie fac parte filtre prese, filtre cu presiune, filtre sub vid, filtre concentratoare, iar din a doua categorie fac parte filtrele mecanice.

Zeama înainte de filtrare este încălzită la temperatura de 90—95° C pentru a-i micșora vîscozitatea și deci a-i ușura filtrarea.

Randamentul stației de filtrare depinde de corectitudinea desfășurării procesului de extracție, a procesului de purificare și de proprietățile de filtrare ale zemii. Zeama cu proprietăți de filtrare foarte bune are *coeficientul de filtrare* „Fk" în valoare de 1—3 secunde. Zeama cu proprietăți de filtrare bune are valoarea coeficientului de filtrare de 4—6 secunde, iar zeama fără proprietăți de filtrare are valoarea coeficientului „Fk" de peste 15 secunde.

Ca element filtrant se folosește pînză de filtru din țesătură din fire de bumbac sau poliamidice, cu caracteristici specifice industriei zahărului. Pînza de filtru se regenerează la fiecare 24 ore prin spălare cu apă caldă, periere și tratare cu soluție 3% de acid clorhidric.

Nămolul de pe filtre se dedulcește cu apă caldă de 90—95°C. Pierderile de zahăr în nămol oscilează între 0,05—0,10% sfeclă. În mod normal, cantitatea de nămol de saturație care are conținutul de substanță uscată de 50% este de circa 4 ori mai mare decît cantitatea de var adăugată la purificare.

Zeama de saturație I, după îndepărtarea proprietăților este supusă din nou carbonatării cu bioxid de carbon, la saturația a II-a.

Saturația a II-a. Saturația a II-a se realizează timp de circa 5 minute la temperatura de 97°C și constă în barbotarea în zeama filtrată de saturația I a gazului de saturație, care conține bioxid de carbon.

Scopul urmărit prin saturația a II-a este de a scădea la minimum posibil cantitatea de săruri de calciu conținute în zeama subțire. Prin aceasta crește puritatea zemii subțiri, care, pe de o parte duce la creșterea randamentului de zahăr, iar pe de altă parte reduce efectul încrustării stației de evaporație prin depunere pe țevile fierbătoare a oxidului de calciu.

În cazul în care țevile fierbătoare se încrustează, scade coeficientul de transmitere a căldurii și astfel crește consumul de energie.

Saturația a II-a se termină atunci cînd a fost atinsă alcalinitatea optimă, adică alcalinitatea la care conținutul de săruri de calciu din zeama filtrată are valoarea cea mai mică. Alcalinitatea optimă este de 0,010—0,025 g CaO/100 ml zeamă.

Acestei valori îi corespunde *p*H-ul de 9,0—9,5.

Carbonatul de calciu formează în zeamă soluții suprasaturate. Această suprasaturație numită și „duritate excesivă" a zemii are valoarea de 20 mg CaO/100 Brix.

După saturația a II-a este necesar ca zeama să se mențină timp de 10—12 minute la temperatură de 95—97°C, pentru stabilizarea cantității de carbonat de calciu format. În caz contrar carbonatul de calciu cristalizează cu întîrziere, ceea ce duce la acoperirea cu piatră a pereților interiori ai conductelor, pompelor și țevilor evaporatorului.

Filtrarea după saturația a II-a. După saturația a II-a zeama se filtrează. Această filtrare se realizează cu ajutorul filtrelor concentratoare, la o diferență de presiune de 0,4—0,5 at. Filtrele concentratoare se curăță parțial la 30—45 minute și total la 60—90 minute.

Zeama filtrată este apoi supusă unei filtrări suplimentare denumită filtrare de control, efectuată în scopul eliminării din zeamă a oricărei urme de nămol. Această filtrare se efectuează în filtre de control cu saci din țesătură de bumbac, poliamidă, sau în filtre cu presiune cu strat filtrant.

La filtrele cu strat filtrant se utilizează pămînt de infuzoriu sau perlită expandantă, o rocă vulcanică măcinată, care se depune pe suprafața filtrantă sub forma unui strat de circa 1 mm grosime. Consumul de pămînt de infuzoriu este de circa 200 g/m^2 suprafață filtrantă.

Sulfitarea zemii. Zeama filtrată denumită zeamă subțire se supune sulfitării. Aceasta se realizează prin tratarea ei cu bioxid de sulf, în scopul decolorării parțiale și reducerii vîscozității.

Procesul fizico-chimic care are loc la această operație constă în reacția dintre compușii coloranți din zeamă și bioxidul de sulf, cu formarea unor compuși incolori.

Ca urmare a sulfitației *p*H-ului zemii scade pînă la circa 8,4 iar alcalinitatea pînă la 0,005 g CaO/100 ml.

În general se folosește bioxid de sulf îmbuteliat. Consumul de sulf este de 0,005—0,01% sfeclă, iar de bioxid de sulf de circa 0,016—0,032% sfeclă.

Decalcifierea zemii subțiri. În unele fabrici de zahăr se efectuează decalcifierea zemii subțiri cu ajutorul schimbătorilor de ioni. Operația este eficientă atunci cînd zeama conține peste 30 mg CaO/100 Brix.

Pentru decalcifierea zemii subțiri se utilizează schimbători de ioni puternic acizi. Acestea sînt macromolecule care conțin numeroase grupe acide, care pot lega selectiv cationii, sau pot schimba cationii legați cu alții, după o anumită ordine de succesiune. Schimbătorii de ion utilizați pentru decalcifierea zemii subțiri se prezintă ca niște granule colorate în galben-cafeniu, cu diametru de 1—5 mm, insolubile în apă, cu structură macroporoasă, obținute sintetic.

Decalcifierea se realizează prin trecerea zemii subțiri printr-o coloană de rășină cationică care conține ionul Na^+. Are loc schimbul dintre ionii de sodiu ai rășinii cu cei de calciu din zeamă. Astfel se elimină din zeamă pînă la 85% ionii de calciu care creează greutăți la stația de evaporație.

Schimbătorii de ioni epuizați, adică încărcați cu ioni de calciu, se regenerează cu soluție de clorură de sodiu 10%, operație cu ajutorul căreia schimbătorii de ioni sînt aduși din nou în ciclu sodic. După regenerare cu soluție de clorură de sodiu schimbătorii de ioni se spală cu apă pînă la dispariția ionului clor.

Un alt procedeu folosit pentru scăderea conținutului de săruri de calciu din zeamă este tratarea zemii cu sodă calcinată. Operația se efectuează și pentru creșterea alcalinității zemurilor cînd are valori scăzute, așa cum se întîlnește în cazul prelucrării sfeclei degradate, necoapte sau a cărei vegetație s-a desfășurat într-un climat sau teren secetos.

Tratarea zemurilor cu sodă calcinată se recomandă în cazurile în care conținutul de săruri de calciu din zeamă este mai scăzut. Pentru un conținut de săruri de calciu ridicat, se recomandă folosirea schimbătorilor de ioni.

3.4. Prelucrarea sfeclei de zahăr de calitate necorespunzătoare

În practica de zi cu zi a fabricilor de zahăr se întîlnesc cazuri cînd fabrica este nevoită să prelucreze sfeclă de zahăr care nu îndeplinește condițiile optime de calitate cerute de procesul tehnologic. Astfel, se poate prelucra sfeclă necoaptă, sfeclă veștejită și depozitată un timp îndelungat, sfeclă degerată, sfeclă dezghețată, infectată și cu început de putrezire. Pentru a evita greutățile ce apar în astfel de situații, se folosesc anumite măsuri tehnologice caracteristice.

Prelucrarea sfeclei necoapte. Zemurile provenite din sfeclă de zahăr necoaptă conțin în cantitate mare substanțe coloidale și alte substanțe străine zahărului numite „nezaharuri", care provoacă spumă, îngreunînd filtrarea și cristalizarea zahărului.

Sfecla necoaptă trebuie prelucrată imediat după recoltare. Nu este permisă depozitarea acestei sfecle în grămezi pe cîmp, în bazele de recepție, sau chiar în silozurile de zi ale fabricilor. Descărcarea din mijloacele de transport a sfeclei necoapte trebuie făcută direct în canalul transportorului hidraulic, sfecla fiind imediat dirijată în fabricație.

La prelucrarea sfeclei necoapte este necesar să se mărească doza de var la purificare, astfel ca să se ajungă la un adaos de var de 1,8—2,0% sfeclă. Antispumanții trebuiesc folosiți în doze optime. Excesul de antispumanți înrăutățește filtrarea zemii de saturația I.

Prelucrarea sfeclei veștejite, depozitată un timp îndelungat. La prelucrarea sfeclei veștejite și depozitate un timp îndelungat se mărește doza de var la purificare, pînă la 2% sfeclă. Zeama trebuie tratată cu cantități mai mari de sodă calcinată pentru reducerea conținutului de săruri de calciu, evitarea scăderii *p*H-ului și a alcalinității la evaporație și la cristalizare.

Prelucrarea sfeclei degerate. Pentru a asigura reducerea pierderilor de zahăr la prelucrarea sfeclei de zahăr degerate, este necesar să se reducă pe cît posibil timpul de transport hidraulic și de spălare a sfeclei. De asemenea trebuie mărită doza de clor utilizată pentru dezinfecția apelor de transport-spălare.

Extracția zahărului prin difuzie trebuie realizată la temperatura de circa 70°C. Conținutul extractorului trebuie dezinfectat periodic cu doze mărite și alternative de formalină, hipoclorit de calciu, cloramină.

Doza de var la purificare se va mări la prelucrarea sfeclei degerate astfel ca să fie cuprinsă între limitele de 1,6—1,8% sfeclă, în vederea îmbunătățirii filtrării.

Prelucrarea sfeclei dezghețate, infectate și cu început de putrezire. Fiind un mediu nutritiv foarte prielnic pentru microorganisme, sfecla dezghețată este ușor atacată de acestea. După cîteva zile sfecla dezghețată începe să se degradeze. Ca urmare crește conținutul de nezahăr, în special de substanțe reducătoare, coloizi, dextran, levulan, produse de descompunere ale substanțelor proteice etc.

Puritatea zemii provenită dintr-o astfel de sfeclă scade semnificativ, filtrarea decurge greu, prelucrarea fabricii se reduce.

În aceste condiții este necesară o dezinfecție corectă și atentă cu doze sporite de clor și var a apelor de transport și spălare. La difuzie trebuie să se aplice

doze șoc și alternative de dezinfectanți ca de exemplu formalina, cloramină, hipocloritul de calciu. Pardoseala fabricii trebuie dezinfectată cu clorură de var proaspătă.

Temperatura și durata de extracție se micșorează, corelat cu calitatea materiei prime. Doza de var la purificare se mărește pînă la circa 2% sfeclă, iar durata defecării se reduce la circa 3—5 minute.

3.5. Concentrarea zemii subțiri

Concentrarea zemii purificate, sau a zemii subțiri cum se mai numește în mod curent se realizează industrial prin evaporare.

Scopul concentrării este de a asigura condițiile optime și economice pentru cristalizarea zahărului din zeama purificată. Cristalizarea zahărului se realizează după ce zeama subțire a fost concentrată prin eliminarea unei cantități de apă. Zeama subțire se concentrează în stația de evaporație pînă la 65—70° Brix, pentru a asigura o eficiență termică și energetică a procesului.

Cantitatea de apă evaporată în această operație este în medie 90—110 kg la 100 kg sfeclă. Aceasta necesită un consum ridicat de energie termică, respectiv de abur.

Întrucît instalația de evaporare reprezintă principalul consumator de căldură al fabricii de zahăr, trebuie acordată o deosebită atenție folosirii raționale a căldurii în această stație, în vederea micșorării consumului de combustibil.

La începutul fabricării zahărului fierberea zemei subțiri se făcea la foc direct. Procedeul este astăzi complet părăsit, atît din cauza randamentului termic

scăzut, cît și a pericolului de degradare a zahărului din zemuri prin caramelizare.

Acest procedeu a fost înlocuit cu încălzirea indirectă și se realizează în aparate numite evaporatoare, în care zeama și agentul de încălzire, adică vaporii de apă încălzitori, se găsesc de o parte și de alta a unui perete metalic, prin care se transmite căldura.

Concentrarea zemii subțiri, în prezent, se realizează industrial sub presiune, într-o stație cu multiplu efect. Ultimul corp al stației de evaporație lucrează sub vid.

În stația de evaporație se realizează concentrarea zemii subțiri pînă la 65—70° Bx, se produce abur secundar, adică abur provenit din evaporarea apei din zeamă, care se folosește în alte scopuri tehnologice; are loc condensarea aburului primit de la centrale termoelectrice, iar condensul se recirculă la alimentarea cazanelor de abur din centrala termo-electrică.

Utilajele în care se realizează concentrarea zemii subțiri se numesc evaporatoare. Un evaporator clasic este format dintr-un recipient cilindric vertical, cu baza conică sau bombată, în interiorul căruia, în partea de jos, este construită camera de încălzire. Aceasta este formată dintr-un fascicul de țevi vertical care formează suprafața de schimb termic, țevi mandrinate la capete în plăci tubulare orizontale, care limitează înălțimea camerei de încălzire.

Aburul de încălzire este introdus în spațiul dintre țevile camerei de încălzire. Zeama este introdusă continuu la partea inferioară a aparatului, se răspîndește sub placa tubulară inferioară, circulă de jos în sus prin țevile camerei de încălzire, ajungînd sub forma unui amestec de vapori și zeamă concentrată deasupra plăcii tubulare superioare, în camera de fierbere a aparatului.

Aici se face separarea zemii concentrate de vaporii care s-au format în timpul trecerii prin țevile fierbătoare. În regiunea centrală a plăcilor tubulare și a camerei de încălzire este prevăzut un tub cu diametrul mare, de circa 600 mm, prin care zeama concentrată, datorită masei specifice mai mari circulă în curent descendent și iese continuu prin partea inferioară a aparatului. Vaporii rezultați din zeamă ies prin partea superioară a aparatului, după ce au străbătut separatorul de picături. Acesta constă dintr-un sistem de șicane, care, prin lovire, schimbă brusc direcția și viteza aburului și provoacă depunerea picăturilor de zeamă antrenată de vaporii de apă eliminați. Vaporii de abur eliminat se numesc *abur secundar*.

Aburul de încălzire, numit *abur primar* este introdus în spațiul dintre țevile camerei de încălzire, se condensează dînd de pereții mai reci ai țevilor, eliberînd căldura necesară concentrării zemii.

Evaporatoarele se clasifică după modul de circulație a zemii în:

— evaporatoare cu circulație naturală;
— evaporatoare cu circulație forțată;
— evaporatoare cu film de lichid.

După principiul constructiv se cunosc:

— evaporatoare cu țevi orizontale;
— evaporatoare cu țevi verticale.

Înainte de concentrare zeama subțire se depozitează într-un rezervor în care trebuie să se asigure un stoc de zeamă pentru circa 10—15 minute. Din acest rezervor zeama se trimite în primul corp al stației de evaporare, după ce în prealabil s-a încălzit în preîncălzitoare la o temperatură apropiată de temperatura de fierbere din primul corp al stației de evaporație.

În timpul concentrării zemii în stația de evaporație, sub influența temperaturii ridicate se descompune o mică parte din zaharoză, ceea ce determină creșterea colorației zemii. Totodată are loc și descompunerea amidelor și a zahărului invertit cu formare de substanțe colorante.

Experimental s-a constatat că în stația de evaporație creșterea totală a colorației zemii este de circa 50—100%.

Siropul concentrat ce iese din stația de evaporație este denumit *„zeamă groasă“* și trebuie să aibă următoarele caracteristici fizico-chimice:

— conținut cu substanță uscată: 60—70° Brix;
— puritatea egală cu puritatea zemii subțiri: 89—93%;
— colorația în grade Stammer/100° Brix*, maximum 20—25;
— *p*H-ul de 8,2—8,5.

Dezincrustarea stației de evaporație. Are ca scop curățirea stației de evaporație de crusta depusă în timpul concentrării zemii, care are acțiune negativă asupra transferului de căldură și deci asupra procesului de concentrare prin evaporare. Aceasta se realizează prin fierberea fiecărui corp al stației de evaporație cu sodă și acid clorhidric, atunci cînd zeama obținută are concentrație mai mică de 50° Brix.

Dezincrustarea stației de evaporație se poate realiza „din mers“, atunci cînd procesul tehnologic continuă și în timpul staționării fabricii, atunci cînd procesul tehnologic s-a oprit.

---

* — *Grade Stammer (°St):* unitate de măsură folosită în industria zahărului pentru exprimarea colorației zahărului precum și a siropurilor și produselor din procesul tehnologic.

La dezincrustarea „din mers“ se fierb separat corpurile stației de evaporație, începînd cu ultimile. În primele corpuri zeama se concentrează normal. Durata totală de fierbere a unui corp de evaporație este de circa 12—14 ore.

La dezincrustarea evaporației în timpul opririi fabricii de zahăr se asigură un circuit închis de soluții chimice și anume:

— soluția alcalină care conține 3—4% sodă calcinată și 1,0—1,5% hidroxid de sodiu. Timpul de fierbere este de 12—14 ore, la o temperatură de fierbere de la 125°C în primul corp de evaporație pînă la 96°C în ultimul corp care funcționează sub vid. După această etapă numită „fierberea alcalină“ urmează „fierberea acidă“;

— soluție de acid clorhidric, care are concentrația de 1,0—1,5%. Timpul de fierbere este de 2,5—3,0 ore. Temperaturile de fierbere trebuie să fie cît mai mici posibile, scăzînd de la circa 105°C în primul corp la circa 65°C și un vid de 650 mm Hg în ultimul corp.

Timpul total de fierbere a stației de evaporație la staționarea fabricii este de circa 22—24 ore.

Prevenirea incrustării excesive a suprafeței de încălzire a stației de evaporație se poate realiza adăugîndu-se periodic în zeama subțire, la fiecare 6—8 zile, timp de circa 30 minute, cantitatea de 100—300 kg fosfat trisodic, care are formula chimică $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$.

Dezincrustarea stației de evaporație în timpul campaniei de prelucrare a sfeclei este necesară numai în cazul cînd în schema fabricii nu este prevăzută stație de decalcifiere a zemii subțiri prin schimb ionic.

Filtrarea zemii groase. Pentru a îndepărta impuritățile ce le conține zeama groasă, care pot crea mai departe în procesul de cristalizare a zahărului greutăți, zeama groasă se supune filtrării. Astfel, zeama groasă preîncălzită la circa 85°C se filtrează prin filtre cu saci la presiunea de 0,4—0,5 at., cu o viteză de filtrare de 2,5 litri/m² minut. Ca adjuvant de filtrare* se poate utiliza pămîntul infuzoriu sau perlită expandată măcinată, în cantitate de 0,1—0,2%, socotit la 100 părți substanță uscată din zeamă, sau circa 200 g/m² suprafață de filtrare.

Pămîntul de infuzoriu utilizat în acest scop trebuie să fie caracterizat de o structură poroasă cu 80—90% pori, masa sa volumetrică trebuie să fie de 0,15—0,25 kg/litru, iar conținutul de bioxid de siliciu amorf 80—90%.

3.6. Depozitarea unei părți din zeama groasă pentru prelucrare ulterioară, după terminarea campaniei de prelucrare a sfeclei

Este o soluție tehnologică și tehnică utilizată pentru reducerea investițiilor, reducerea perioadei de depozitare a sfeclei și a pierderilor la depozitarea acesteia. Soluția este rațională atunci cînd capacitatea de prelucrare a secției de fierbere și cristalizare a zahărului este mai mică decît capacitatea secției de extracție, purificare, concentrare.

În vederea depozitării, zeama groasă se aduce prin concentrare sub vid pînă la 68—70° Brix, se răcește la circa 25—30°C, se alcalinizează cu hidroxid de sodiu pînă la *p*H de 9,0—9,5 și se sterilizează cu formalină. Depozitarea zemii se poate realiza timp de cîteva luni.

---

* *Adjuvant de filtrare:* material utilizat pentru ușurarea filtrării.

Pentru cristalizarea zahărului, zeama groasă depozitată se reia din rezervorul de depozitare, se preîncălzește la 80—85°C, se sulfitează pentru scăderea pH-ului pînă la valoarea de 8,8—9,0 și apoi se prelucrează.

3.7. Fierberea și cristalizarea zahărului

Zeama groasă obținută este o soluție impură de zahăr, care conține pe lîngă zahărul extras din sfeclă și nezahărul extras odată cu acesta și care nu s-a putut elimina la purificare prin procedeele calco-carbonice. Acest nezahăr împiedică cristalizarea unei cantități de zahăr, care devine incristalizabil și rămîne în sirop.

Pentru a obține zahăr cristal, zeama groasă este concentrată în continuare în aparate de fierbere sub vid. Se obține așa numita *„masă groasă“* care nu este altceva decît un amestec de cristale și sirop mamă intercristalin. Cristalele de zahăr se separă de siropul intercristalin prin centrifugare.

Siropul intercristalin sau siropul mamă din care nu mai este posibilă obținerea zahărului prin fierbere și cristalizare se numește *melasă.*

Problema de bază a fierberii și cristalizării zahărului constă în extragerea din zeama groasă a unui procent maxim posibil a zahărului sub formă de cristal și totodată obținerea unui sirop intercristalin — melasă — cît mai sărac în zahăr. În acest scop sînt necesare fierberi și cristalizări, repetate. Mult mai simplu ar fi să se realizeze o singură treaptă de cristalizare.

Practic, însă, pentru a obține maximum de zahăr cristal și melasă cu puritate cît mai mică sînt necesare mai multe trepte de fierbere și cristalizare.

Pentru a se realiza cristalizarea întregii cantități de zahăr din zeama groasă se recurge la fierberi și cristalizări în trepte, adică se separă prin centrifugare din masa groasă zahărul cristalizat, iar siropul intercristalin se supune din nou fierberii și cristalizării, pentru a cristaliza zahărul cristalizabil rămas.

Se obișnuiește ca schemele tehnologice de fierbere și cristalizare folosite în industria zahărului să se împartă după numărul de trepte de cristalizare, adică după numărul de produse obținute. Practic aceste scheme conțin 2—4 trepte în funcție de calitatea materiei prime și de calitatea zahărului pe care vrem să-l obținem.

În general schemele sînt clasificate după numărul de trepte de cristalizare, iar produsele obținute după puritatea masei groase. Puritatea maselor groase determină calitatea zahărului obținut.

Zahărul tos se obține prin centrifugarea masei groase de produs I. Pentru a avea zahăr de calitate, puritatea acestei mase trebuie să fie 92—94%. Zahărul rafinat se obține dintr-o masă groasă cu puritate mai mare de 95%.

În ultima treaptă de cristalizare se obține masa groasă produs final, prin centrifugarea căreia rezultă zahăr brut produs final și melasa.

Zahărul brut produs final precum și zahărul brut provenit din centrifugarea masei groase de produs intermediar se reiau în procesul tehnologic de fierbere și cristalizare după dizolvare și transformare în sirop denumit „cleră“. Zahărul brut de produs final mai poate fi reluat la începutul fierberii masei groase de produs intermediar.

Schemele de fierbere și cristalizare a zahărului se mai pot clasifica după operațiunile de bază și meto-

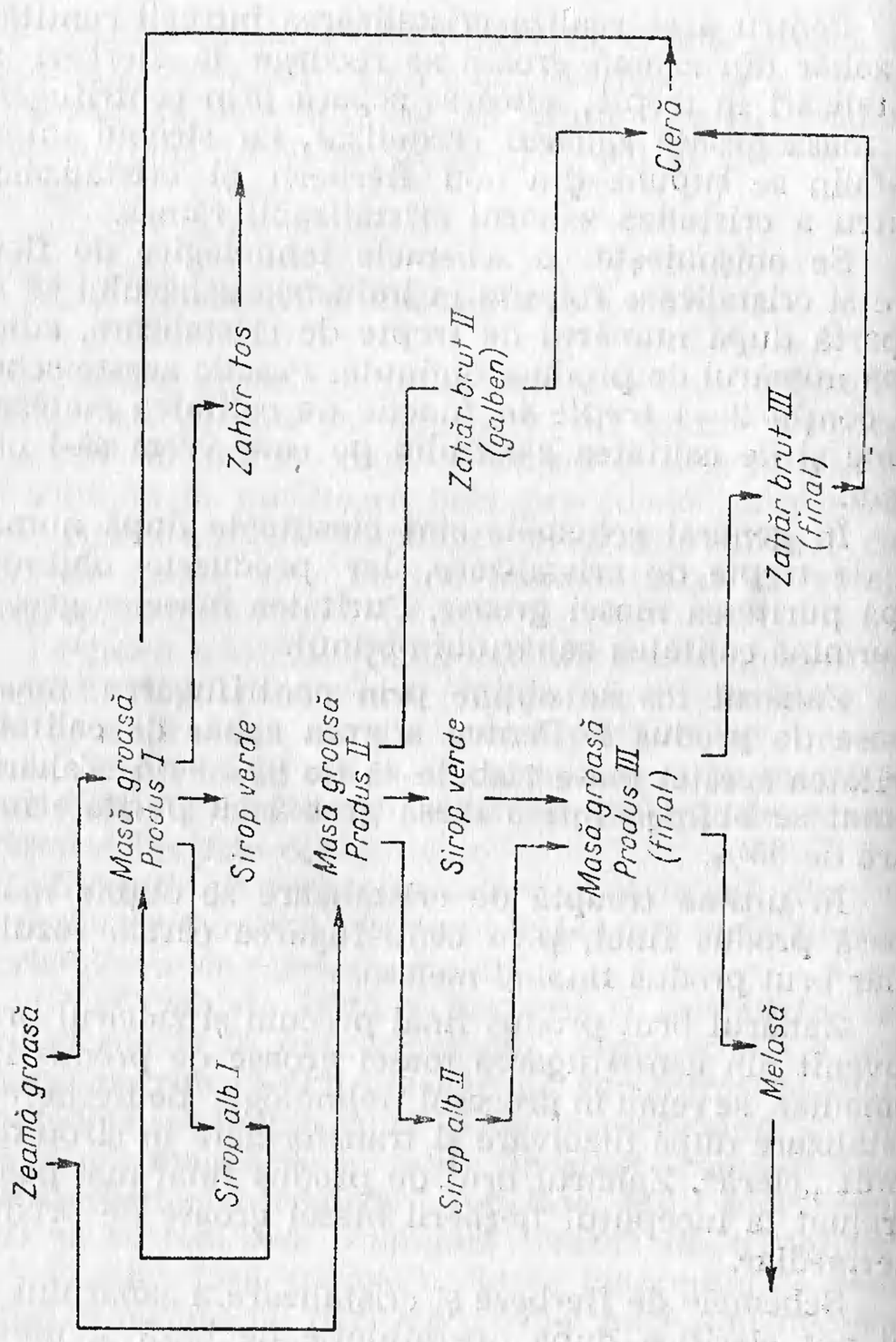

Fig. 14. Schema de fierbere și cristalizare cu trei produse.

dele de lucru folosite. Diferitele combinații ale acestora creează un număr considerabil de variante a schemelor de fierbere și cristalizare.

În figura 14 este redată schema de fierbere și cristalizare a zahărului în trei trepte adică, cu trei produs.

Fierberea și cristalizarea masei groase de produs I. În mod normal, la fierberea și cristalizarea zahărului, adică la obținerea masei groase de produs I care reprezintă o suspensie de cristale de zahăr în sirop concentrat denumit *sirop mamă,* se folosește zeama groasă și cleră. Clera este un sirop de zahăr obținut prin dizolvarea în apă a zahărului brut obținut în treapta a II-a sau a III-a de cristalizare.

Această fierbere și cristalizare se efectuează sub vid în aparate destinate acestui scop, folosind ca agent de încălzire abur. Aparatele de fierbere au în majoritate capacitatea de 50 tone masă groasă (fig. 15).

Aparatele clasice care există și la noi în țară sînt cu funcționare discontinuă. În prezent, pe plan mondial se tinde ca această operație de fierbere și cristalizare, care constituie un caz special al fenomenului general al cristalizării să se realizeze continuu. Pe plan mondial au fost concepute și realizate aparate de fierbere și cristalizare cu funcționare continuă.

Procesul de fierbere și cristalizare a zahărului, indiferent dacă se face în mod discontinuu sau continuă se desfășoară în mai multe etape consecutive și anume: alimentarea aparatului cu sirop, concentrarea siropului, obținerea masei de „picior cristal", creșterea cristalului, concentrarea masei groase și golirea masei din aparat.

Alimentarea aparatului cu sirop se face în cantități de circa 1,6 ori mai mari față de masa de picior

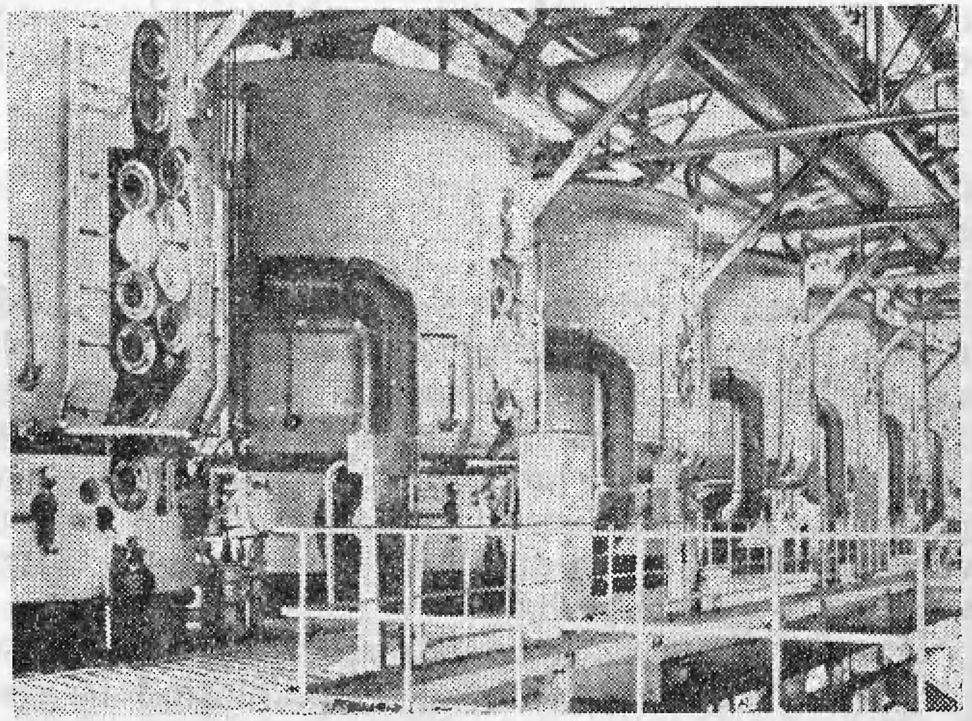

Fig. 15. Aparate vacuum de fierbere și cristalizare a zahărului.

cristal ce urmează a se obține. Aceasta, avînd în vedere ca după concentrare, nivelul siropului să acopere camera de încălzire a aparatului, evitîndu-se astfel caramelizarea.

Siropul introdus se concentrează pînă la suprasaturație de 1,05 la 78°C, ceea ce corespunde la circa 80° Bx, respectiv pînă cînd o cantitate cît un bob de orez luată și întinsă între degetul cel mare și cel arătător al mîinii formează fire cu lungimea de 3—5 mm.

În această fază se evaporă apa. Această fază de concentrare reprezintă ceva mai mult decît o simplă evaporare deoarece are loc formarea de agregate de molecule de zaharoză parțial ordonate. Moleculele de zaharoză în soluție sînt în stare dezordonată, pe cîtă vreme în cristal sînt în stare ordonată. În acest moment

este posibilă cristalizarea zahărului, introducînd în aparat astfel noi cantități de zeamă groasă. În această fază are loc formarea și creșterea granulelor de cristalizare, după care se face creșterea cristalelor fără apariție de noi germeni de cristalizare.

Creșterea cristalelor se face prin alimentare cu sirop a cărei temperatură trebuie să fie cu 3—5°C mai mare ca cea din aparatul de fierbere, pentru a evita formarea de noi germeni de cristalizare. În această etapă este necesară menținerea unui echilibru între cantitatea de zeamă groasă introdusă în aparatul de fierbere, cantitatea de apă evaporată și cantitatea de zahăr cristalizată, menținîndu-se un coeficient de suprasaturație de 1,05—1,10.

Această creștere a cristalelor de zahăr oglindește, la aparatele cu funcționare discontinuă, arta fierbătorului de a obține zahăr de calitate.

După faza de creștere a cristalelor urmează așa zisa *legarea masei groase,* adică concentrarea ei pînă la un conținut de substanță uscată de 92,5—93%, după care urmează golirea din aparat.

În timpul fierberii și cristalizării zahărului, deși temperatura de fierbere a masei groase de produs I este scăzută, coloratia masei groase crește cu circa 10% pe oră. Creșterea colorației este proporțională cu timpul de fierbere. De aceea, timpul de fierbere trebuie să fie cît mai mic, adică să nu depășească 2,5—3,0 ore.

Prin adaos în timpul fierberii de circa 20 g hidrosulfit de sodiu la tona de masă groasă, creșterea colorației poate fi combătută. Acest procedeu de evitare a creșterii colorației determină însă creșterea conținutului de cenușă din masa groasă și deci din zahărul obținut.

La golirea masei groase în aparat se menține un vid de 10—15 cm col. Hg. Pentru micșorarea vîscozității siropului intercristalin a masei la golire, se micșorează gradul de suprasaturare a siropului.

Obținerea masei inițiale de cristalizare „picior cristal" constă în următoarele faze: însămînțarea granulelor și creșterea acestora pînă la consistența de masă groasă.

Obținerea *centrelor de cristalizare* în soluția de zahăr concentrată se poate face pe mai multe căi: prin însămînțare cu *germeni* în cantitate dorită, printr-un efect de șoc sau prin *cristalizare spontană.*

În industria zahărului se aplică metoda de însămînțare care constă în introducerea de germeni de cristalizare ceea ce reprezintă *nucleația.* Agenții de însămînțare pot fi diferiți.

Cea mai veche metodă care persistă și astăzi la noi este folosirea ca agent de însămînțare zahăr pudră. De aceea, menținînd vidul și temperatura constante se introduce în aparatul de fierbere o anumită cantitate de cristale fine de zahăr. Cantitatea de cristale fine introduse pentru însămînțare este determinată de granulația zahărului pe care vrem să-l obținem. În practică se lucrează cu un excedent de germeni din cauza suprasaturației diferite în diferitele părți ale aparatului de fierbere.

De faptul cum se execută această însămînțare depinde obținerea unui zahăr de calitate din punct de vedere al omogenității sale, al formei cristalelor, mărimilor și conținutului în conglomerate.

Pentru obținerea unui zahăr de granulație normală însămînțarea se face prin introducerea în siropul concentrat din aparat a unei cantități de 30—40 g pudră fină de zahăr trecută prin tifon cu 67 fire pe cm.

Faza următoare de cristalizare a zahărului este formarea *granulei de cristal.* Imediat după însămînțare microcristalele plutesc în soluția de zahăr ușor suprasaturată și sînt distanțate mult unele de altele.

De la introducerea microcristalelor în soluția concentrată procesul de fierbere poate fi împărțit în două procese independente evaporarea și cristalizarea.

Evaporarea duce la creșterea concentrației soluției, iar *cristalizarea* la micșorarea ei. Cantitatea de apă evaporată trebuie să fie în concordanță cu zahărul din soluția ce poate cristaliza. Aceasta se obține prin menținerea constantă a suprasaturației siropului intercristalin între valorile de 1,02—1,03, prin stropirea mase groase cu apă caldă de circa 75°C. La o astfel de suprasaturație masa devine mai mobilă, nu apare „făină" (cristale fine de zahăr) iar centrifugarea decurge normal.

Masa groasă de produs I trebuie să aibă următoarele caracteristici: conținut de substanță uscată 92,5—93,0° Brix, coeficientul de suprasaturație circa 1,1, temperatura la descărcarea din aparatul de fierbere circa 70°C, puritatea 92—94% și conținutul de cristale 55—60% masă.

Malaxarea masei groase de produs I. Masa groasă produs I este descărcată din aparatul de fierbere într-un malaxor a cărei capacitate totală este cu 10—15% mai mare ca a aparatului de fierbere. Agitatorul malaxorului execută aproximativ 1 rotație/minut.

În timpul malaxării masa groasă trebuie să aibă o astfel de consistență încît să se scurgă ușor și repede de pe benzile agitatorului care ies deasupra nivelului masei groase. Cînd masa groasă se scurge încet, cu straturi care se rup, ea trebuie diluată cu sirop cald

(de exemplu sirop verde I), în cantitate de 3—5% față de masa groasă.

Rolul malaxorului este de vas tampon, asigurînd alimentarea continuă a centrifugilor. În același timp malaxorul menține masa groasă într-o continuă agitare, pentru a evita depunerea și separarea cristalelor de zahăr înainte de centrifugare.

Centrifugarea masei groase de produs I. Zahărul cristal din masa groasă produs I este separat de siropul intercristalin prin centrifugare la cald, în centrifugi cu funcționare ciclică, automată, cu turație de 1 450 rotații/minut.

Prin centrifugarea masei groase de produs I se obține zahăr cristal și două siropuri, *siropul intercristalin* denumit *sirop verde I* și sirop obținut la spălarea zahărului în centrifugi, denumit *sirop alb I.*

Umplerea centrifugii cu masă groasă durează 10—15 secunde, masa groasă trebuie uniform repartizată pe întreaga înălțime a centrifugii, iar turația să crească treptat.

Scurgerea siropului intercristalin începe chiar din timpul umplerii tamburului centrifugii cu masă groasă. După ce s-a îndepărtat siropul intercristalin zahărul de pe tamburul centrifugii se spală cu apă caldă (70°C) în cantitate de circa 2% față de greutatea masei groase și adusă la presiunea de 3—5 at cu ajutorul unor duze. Imediat după pulverizarea apei se introduce în tamburul centrifugii abur cu presiune de 4 at. Siropul obținut la spălarea cu apă și aburire este siropul alb. În cazul în care la centrifugare nu se separă siropul intercristalin de cel alb se obține sirop unic de centrifugare de produs I.

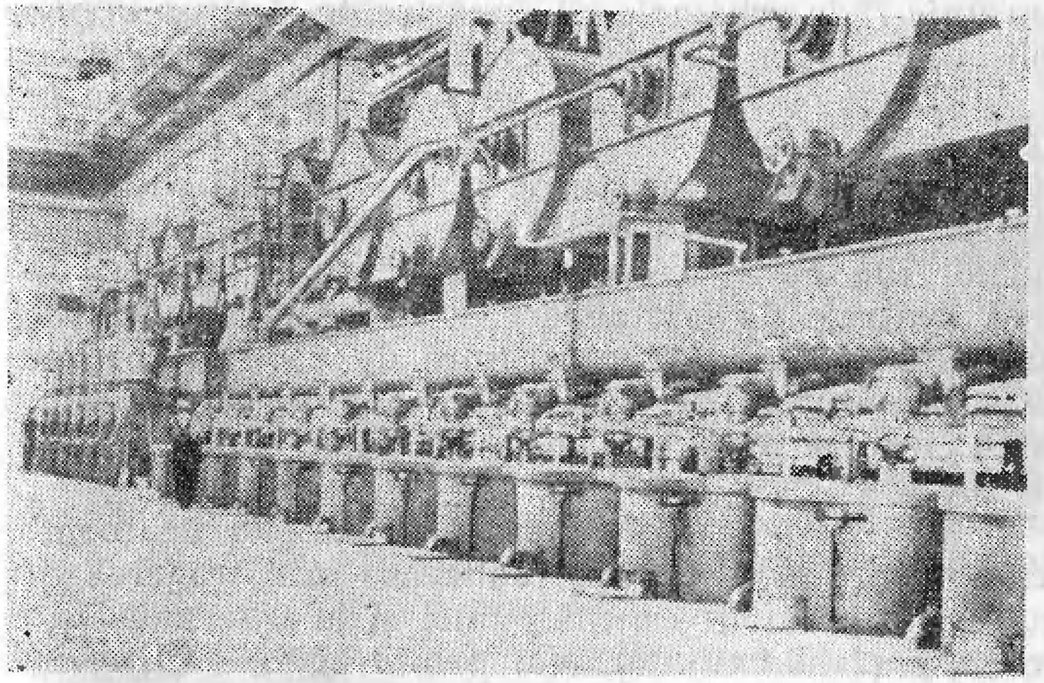

Fig. 16. Stație de malaxare și centrifugare a maselor groase

În figura 16 este reprezentată stația de malaxare și centrifugare a maselor groase.

Fierberea și cristalizarea masei groase de produs final. Masa groasă de produs final este masa ce se obține în ultima treaptă de cristalizare. În schemele de cristalizare cu două produse ea reprezintă masa groasă produs II, iar în cele cu trei trepte de cristalizare este masa groasă de produs III. Prin centrifugarea acestei mase se obține zahăr brut de produs final și sirop intercristalin numit melasă, prin fierberea și cristalizarea căreia nu se mai poate obține zahăr cristal.

Obținerea masei groase produs final se face în două etape distincte și anume:

— În prima etapă se realizează cristalizarea zahărului prin fierberea în aparate vacuum a siropului dirijat de la centrifugarea anterioară — sirop *verde I*

sau *unic I** la schemele cu două trepte și sirop *verde II* sau *unic II** la schemele cu 3 trepte de cristalizare.

Fazele obținerii masei groase de produs final prin fierbere în aparate sub vid sînt aceleași ca cele descrise la fierberea masei groase de produs I, însă cu alte caracteristici. Astfel, datorită purităților scăzute a siropurilor din care se obține această masă, uneori apar greu centrele de cristalizare și de aceea concentrarea siropului se face la temperatura de 85°C la coeficient de suprasaturare de 1,25—1,40, cînd se face însămînțarea cu o cantitate mai mare de zahăr pudră și anume de 200 g.

În perioada de creștere a cristalelor se menține temperatura la 80°C și se realizează prin tragerea siropului în aparat în cantități mici și la intervale scurte de timp (2—3 minute), sau prin tragere neîntreruptă de sirop. În aceste condiții suprasaturarea siropului este de circa 1,5.

Concentrarea finală a masei în aparat se face pînă la 93,5—94° Brix, pentru a se realiza cristalizarea zahărului cît mai complet posibilă și a reduce la minimum posibil zahărul din siropul intercristalin. Din cauza purității scăzute (77—78%) viscozitatea masei este ridicată și de aceea viteza de creștere a cristalelor este mai mică decît în cazul fierberii masei groase de produs I. În consecință și timpul de fierbere este mai lung. În practică fierberea masei groase de produs final durează 8—20 ore față de 4—5 ore ca în cazul masei de produs I. Conținutul în cristale al acestei mase este de 40—44% masă.

A doua etapă a obținerii masei de produs final constă în cristalizarea suplimentară prin răcire a zahărului. Pentru aceasta, masa groasă se descarcă din aparat mai întîi în malaxorul receptor, unde masa se răcește pe cale naturală prin radiere și conductivitate, de unde se dirijează în malaxoare cu răcire artificială numite refrigerenți, unde are loc o cristalizare suplimentară datorită creșterii coeficientului de suprasaturație pe seama scăderii temperaturii de la 70°C la 40°C și o parte din zahăr din siropul intercristalin se depune pe cristalele existente.

Refrigerenții se răcesc artificial cu ajutorul serpentinelor sau discurilor prin care circulă apă de răcire. Durata de răcire trebuie să fie minimum de 27 ore. În cazul refrigerenților cu răcire naturală această operație durează pînă la 70 ore.

În refrigerenți are loc concomitent răcirea masei de la 70°C la 40°C și cristalizarea suplimentară a zahărului.

Masa groasă produs final are în malaxorii refrigenți o viscozitate ridicată de 4 000—5 000 exprimat în poise, iar siropul său intercristalin se concentrează treptat, ceea ce necesită, în perioada cristalizării suplimentare la rece, diluarea cu apă a masei groase.

Apa de diluție încălzită la o temperatură cu 2—5°C mai mare ca cea a masei groase se adaugă în cantitate de 10 litri la 1 hectolitru de masă groasă în 24 ore. Această adăugare se face în doze mici din 4 în 4 ore în refrigerenții cu răcire artificială și la fiecare 8 ore în refrigerenții cu răcire naturală.

Centrifugarea masei groase de produs final. Masa groasă de produs final se centrifughează la turația de 1 450 rotații/minut, în centrifugi cu site avînd orificii de 0,15×2,0 mm.

* Sirop unic I respectiv II: amestec de sirop verde și sirop alb din treapta I-a de cristalizare, respectiv a II-a.

Înainte de centrifugare, datorită viscozității ridicate a masei groase aceasta trebuie încălzită de la 40°C pînă la 50°C, în scopul ușurării centrifugării.

Prin centrifugarea masei groase de produs final se obține zahăr *brut* denumit *zahăr roșu* și sirop *intercristalin* cunoscut sub numele de *melasă*, din care practic prin metodele clasice zahărul nu mai poate fi cristalizat.

Melasa are în jur de 83% substanță uscată din care circa 50% este zahăr, iar restul nezahăr extras din sfeclă odată cu zahărul în procesul de difuzie.

Afinarea zahărului brut-produs final. Zahărul brut produs final denumit și zahăr roșu după ce este separat prin centrifugare de siropul intercristalin are umiditate de 2—3%, conținut de zaharoză 87—90%, puritate de 91—95% și coloratie de 50—90° Stammer/100° Brix.

Compoziția zahărului brut produs final este în foarte mare măsură determinată de cantitatea de melasă rămasă aderentă pe suprafața cristalelor, cantitate determinată de caracteristicile masei groase de produs final, precum si de modul corect sau incorect de desfășurare a centrifugării.

Pentru a îndepărta melasa aderentă si rămasă pe suprafata cristalelor de zahăr brut produs final, acesta se purifică printr-o operație fizică numită *afinare*. Această operație are ca scop înlocuirea stratului fin superficial de melasă care acoperă cristalele de zahăr ale zahărului produs final, cu un sirop cu o puritate mai mare. Pentru aceasta se folosește siropul intercristalin de la masa groasă de produs I.

Operația se realizează prin amestecarea într-un utilaj special a zahărului brut — produs final cu siropul intercristalin produs I, obținînd astfel o masă

groasă „artificială" cu un conținut de substanță uscată de circa 90° Bx și un conținut de cristale de 40—44%. După circa 15 minute această masă se centrifughează obținînd zahăr afinat cu o puritate mai mare cu circa 3 unități și sirop de afinație care se recirculă, dirijîndu-se la fierberea masei groase de produs final.

Prepararea clerei

Clera este un sirop de zahăr în apă avînd o concentrație de substanță uscată de 63—65° Bx. Clera se obține prin dizolvarea în apă caldă de 90°C sau în zeamă subțire, a zahărului brut afinat, iar în cazul fierberii și cristalizării în trei trepte și a zahărului brut intermediar. Acest sirop „clera" se folosește la fierberea masei groase de produs I, iar în schemele de fierbere și cristalizare cu 4—5 trepte se folosește la fierberea și cristalizarea zahărului rafinat.

3.8. Condiționarea și depozitarea zahărului cristal

Condiționarea este procesul în urma căruia zahărul rezultat de la centrifugarea masei groase capătă anumite condiții de calitate. Condiționarea este formată din mai multe operații: uscarea, răcirea și cernerea zahărului.

Uscarea este necesară deoarece zahărul după centrifugare are umiditatea pînă la 2,5%, iar depozitarea și păstrarea sa în aceste condiții nu este posibilă. Uscarea zahărului se realizează cu ajutorul aerului cald într-o instalație de construcție specială. După uscare zahărul are un conținut de umiditate de 0,02—0,04%.

Răcirea zahărului este necesară deoarece la ieșire din uscător el are o temperatură ridicată, iar depozitarea sa în aceste condiții ar duce la umezirea lui deoarece prin răcire ulterioară zahărul permite condensarea vaporilor de apă din mediul înconjurător pe suprafața cristalelor. De aceea zahărul după uscare este răcit într-o instalație de construcție specială numită răcitor de zahăr. Răcirea se realizează cu ajutorul aerului rece uscat.

După răcire urmează operația de *cernere a zahărului uscat și răcit,* deoarece acesta prezintă cristale de diferite mărimi, precum și conglomerate de cristale. Pentru ca zahărul să aibă un aspect comercial și să corespundă scopului pentru care este destinat se face separarea cristalelor pe fracțiuni granulometrice. Această separare se face prin cernere, folosind site de țesături metalice sau tablă perforată cu diferite dimensiuni ale ochiurilor.

După sortare zahărul se ambalează în saci de 50 sau 100 kg sau cu benzi transportoare se dirijează în silozuri speciale, unde se depozitează în vrac.

Magazia de zahăr în care se păstrează zahărul ambalat în saci trebuie să fie curată, uscată, aerisită și prevăzută cu mijloace de încălzire. În magazie sacii se aranjează în stive de maxim 22 saci pentru a evita ruperea sacilor. Sub saci pe dușumea se pun grătare de lemn, iar între stive și față de pereți se lasă o distanță de 0,7—0,8 m pentru circulația aerului.

Magaziile sînt prevăzute cu încălzire deoarece, în special primăvara, există riscul de umezire a zahărului. Dacă magazia nu ar fi prevăzută cu încălzire, zahărul în timpul iernii s-ar răci. Primăvara aerul se încălzește și umiditatea lui este mare. Zahărul nu se încălzește în același ritm cu aerul încît joacă rol de perete rece. În

această situație vaporii de apă din aer condensează pe cristalele de zahăr și acesta se umezește. Pentru a evita aceste accidente temperatura zahărului din magazie trebuie să fie cu cîteva grade mai mare decît temperatura mediului ambiant.

Depozitarea zahărului în vrac se face în silozuri de construcție specială cu capacitate mare (20 000 tone zahăr).

Pentru depozitarea zahărului în vrac și asigurarea conservării sale trebuiesc luate unele măsuri și anume: zahăr ce se depozitează să fie bine uscat, cristalele de zahăr să fie cît mai uniforme ca mărime și compoziție, să nu conțină zahăr pudră. Și la depozitarea în vrac, adică în silozuri, se urmărește temperatura aerului care trebuie să fie cu 2—3°C mai mare ca cea a aerului din exterior, de asemenea pentru evitarea umezirii zahărului.

Zahărul odată umezit începe să se deprecieze, apar modificări de natură fizică (absorbția apei pînă la 0,2%, aglomerări de cristale) și de natură chimico-bacteriologică (formarea zahărului invertit și dezvoltarea microorganismelor care consumă zahărul și scade *p*H-ul).

3.9. **Melasa**

Pe lîngă produsul principal — zahărul — în procesul tehnologic de fabricarea zahărului rezultă și o serie de subproduse: melasă, borhot, nămol de saturație.

Melasa este unul dintre subprodusele importante ale fabricilor de zahăr. După cum s-a arătat, la extracția cu apă a zahărului din tăiței de sfeclă se obține zeamă de difuzie, care conține zahăr cît și nezahăr. La

purificare prin procedeul calco-carbonic nezahărul nu se elimină în totalitate. Prin fierbere și cristalizare în trepte se separă zahărul de nezahăr, acesta rămînînd în siropurile de centrifugare. Ultimul sirop care se obține la centrifugarea masei groase de produs final este melasa.

Melasa este deci un sirop de zahăr din care, prin metodele clasice de fierbere și cristalizare, nu se mai poate obține un zahăr cristal.

Melasa are o compoziție complexă și extrem de valoroasă. Ea conține circa 83% substanță uscată formată din: circa 50% zaharoză, circa 11% substanțe azotoase sub formă de betainâ și aminoacizi (acid aspartic, glicină, serină, acid glutamic, valină, tirozină, leucină etc.), circa 11% săruri minerale (în special săruri minerale de sodiu și potasiu) și circa 11% alte substanțe neazotate.

Datorită compoziției sale complexe melasa constituie o materie primă deosebit de importantă și valoroasă.

Melasa este o importantă materie primă *pentru industria fermentativă* care o utilizează pentru:

Fabricarea spirtului. Prin fermentare alcoolică din melasă se obține alcoolul etilic. Prin aceasta se valorifică numai zahărul din melasă, restul de substanțe rămîn în *borhotul de melasă.* Acesta, concentrat prin amestecare cu alte furaje se folosește ca *furaj pentru vite.*

Fabricarea drojdiei furajere. Drojdia furajeră uscată conține 45—52% proteine, vitamine și în special vitamina B, fermenți și stimulatori de creștere.

Drojdia furajeră se folosește la hrana animalelor și păsărilor, favorizînd creșterea în greutate a acestora, a producției de lapte și de ouă.

Fabricarea acidului citric. Melasa constituie principala materie primă pentru fabricarea acidului citric. Prin analize biochimice se alege melasa care dă cele mai mari randamente. Fermentarea se face cu ajutorul culturii de *Aspergillus niger.*

Fabricarea butanolului și a acetonei. Prin transformarea zaharozei din melasă cu microorganisme din specia *Clostridium Acetobutylicum* se obține butanol, acetonă și alcool etilic.

Fabricarea acidului itaconic. Pentru obținerea acestui acid, melasa căreia i se adaugă săruri nutritive este sterilizată, răcită și supusă fermentării cu specii de mucegaiuri *Aspergillus Terens* sau *Itaconicus.* Prin repetate cristalizări se obține acid itaconic cu puritate ridicată.

Fabricarea glicerinei. Melasa se supune unei fermentații alcoolice dirijate. Ca urmare a blocării acetaldehidei care rezultă ca produs intermediar, se obține pe lîngă etanol și glicerină.

Fabricarea drojdiei de panificație. Melasa folosită în acest scop trebuie să conțină în medie 46% zahăr. Se fabrică drojdie comprimată folosită în panificație.

Fabricarea vitaminei B 12. Este cunoscut că această vitamină joacă rol deosebit și în nutriția și creșterea animalelor. Ea se obține prin biosinteză cu ajutorul microorganismelor.

Propionbacterium Schermani. În acest scop melasa hidrolizată și îmbogățită cu extract de porumb și clorură de cobalt servește drept mediu de cultură.

Fabricarea acidului glutamic și a betainei. Datorită conținutului ridicat al melasei în aminoacizi valoroși, circa 10% și betaina circa 5%, melasa se folosește pentru obținerea acestor substanțe. Pentru obținerea lor se folosesc metode chimice ce se bazează pe

operații grele, ca: hidroliză sub presiune, esterificări, distilări fracționate, extracții, precipitări și filtrări. Cu timpul aceste metode au fost înlocuite prin procedee de extracție a betainei și acidului glutamic, folosind în acest scop schimbători de ioni.

Fabricarea melasei amoniacale. Melasa tratată cu acid clorhidric se încălzește pentru invertirea zahărului. După neutralizare cu hidroxid de sodiu și răcire se amestecă cu amoniac. Acest produs este un bun înlocuitor al furajelor fiind bogat în substanțe albuminoide.

Melasa se mai folosește și pentru diverse alte scopuri ca:

— obținerea unui produs de fermentare utilizat ca agent de reducerea conținutului de apă din betoane;

— în amestec cu alte substanțe se obține un amestec folosit la restaurarea picturilor;

— obținerea din melasă a unor inhibitori contra coroziunii acide a oțelului;

— ca liant în turnarea brichetelor;

— obținerea unui produs cu acid fosforic care permite emulsionarea și dispersarea petrolului și a hidrocarburilor din apele mării, în cazul naufragiilor petroliere;

— ca agent de ameliorare a solurilor salino-sodice etc.

Dar, datorită conținutului ridicat de zahăr în melasă de circa 50%, ceea ce reprezintă aproximativ 2% din zahărul sfeclei și prin faptul că în multe țări printre care și țara noastră singura sursă de obținere a zahărului este în prezent sfecla de zahăr, s-au elaborat tehnologii de recuperare a zahărului din melasă.

Recuperarea zahărului din melasă. Se poate realiza prin dezaharificarea melasei cu oxid de calciu, sau

prin *demineralizare* folosind rășini *schimbătoare de ioni.*

Procedeul de *dezaharificare* a melasei se bazează pe proprietatea ce o are zaharoza de a forma zaharați greu solubili în apă. În acest scop melasa diluată se tratează cu var, formîndu-se precipitat de zaharat tricalcic, care se separă de soluția mamă prin filtrare.

Zaharatul astfel obținut este un zaharat brut care conține o anumită cantitate din soluția mamă. Pentru a îndepărta această soluție mamă precipitatul se spală pe filtru cu un zaharat deja spălat și diluat cu apă, denumit zaharat alb de spălare. Zaharatul spălat este diluat cu apă fierbinte și datorită temperaturii ridicate (circa 85°C) zaharatul tricalcic se descompune în zaharat mono și bicalcic, cu punere în libertate de zaharoză și hidroxid de calciu. Acest amestec este lapte de zaharat de calciu, care este dirijat în secția de purificare la defecarea zemei de difuzie, înlocuind astfel laptele de var. În acest fel zahărul din melasă intră în circuitul zemei de sfeclă. Aplicînd acest procedeu randamentul de zahăr cristal se mărește cu circa 10%.

Un alt procedeu de recuperarea zahărului din melasă este *demineralizarea melasei.* Acest procedeu constă în purificarea melasei, proces prin care *nezahărul ionizabil* se separă de zahăr cu ajutorul rășinilor schimbătoare de ioni.

Principiul constă în reținerea cationilor pe rășină cationică puternic acidă și reținerea anionilor pe o rășină anionică slab bazică.

Melasa diluată la 20° Brix este mai întîi supusă defecării la cald la 83°C cu lapte de var și hipoclorit de calciu, după care se tratează cu bioxid de carbon. Precipitatul format este îndepărtat prin filtrare, iar zeama clară răcită la 12°C se trece peste rășinile schim-

bătoare de ioni, mai întîi prin răşina cationică în ciclu H^+, apoi răşina anionică în ciclu OH^-. Zeama supusă mai departe concentrării se obţine un sirop de zahăr de circa 70° Brix, din care se poate cristaliza zahăr. Prin acest procedeu se recuperează 80% din zahărul melasei.

Paralel cu recuperarea zahărului din melasă, se recuperează nezahărul organic provenit din sfeclă.

În timpul trecerii soluţiei de melasă pe schimbători de ioni răşina reţine nezahărul ionizabil, realizîndu-se astfel purificarea soluţiei. Prin regenerarea răşinilor cu soluţie amoniacală în serie, adică regenerarea mai întîi a răşinii anionice şi apoi cu efluentul de regenerare obţinut regenerarea răşinii cationice, se obţine efluentul de regenerare în serie. Acest efluent se concentrează şi se obţine concentratul efluentului de regenerare în serie de circa 65° Brix. Acest efluent conţine practic tot nezahărul organic al melasei este bogat în aminoacizi (12—14%), betaină (14—28%), azot total (8—16%). Din totalul de aminoacizi pînă la 70% este acidul glutamic şi glutamina, 5% acid aspartic, circa 2,5% metionină, izoleucină, leucină, tirozină, glicocool, pînă la 7% fenil alanină etc.

Datorită acestei compoziţii efluentul de regenerare în serie constituie un amendament valoros pentru îmbogăţirea în proteine a furajelor concentrate.

3.10. **Borhotul de sfeclă de zahăr**

Un alt subprodus valoros ce rezultă din procesul de fabricare a zahărului este borhotul.

La extracţia cu apă a zahărului din tăiţeii de sfeclă rezultă zeama de difuzie şi borhot. Acesta nu este altceva decît tăiţei de sfeclă epuizaţi de substanţele solubile în apă printre care şi zaharoza. Din 100 kg sfeclă prelucrată se obţin 80—90 kg borhot umed care conţine în medie: 94,4% apă, 4,7% substanţe insolubile în apă (celuloză 1,2%, hemiceluloză 1,1%, substanţe pectice 2,4%), 0,7% substanţe minerale şi organice solubile şi 0,2% zahăr.

Borhotul bogat în substanţe nutritive şi cu substanţe de balast digestiv (celuloza, hemiceluloza) constituie un furaj valoros în hrana animalelor. De asemenea prin conţinutul său în substanţe pectice poate fi folosit la obţinerea pectinei alimentare şi a cleiului pectic, care este un bun înlocuitor al adezivilor din diverse industrii.

Dar, borhotul proaspăt, umed, din cauza conţinutului prea mare de apă este greu şi neeconomic de transportat. Din această cauză se supune presării, ajungînd la 14—20% substanţă uscată. Apa rezultată de la presarea borhotului este reluată în procesul tehnologic de fabricare a zahărului. Borhotul presat se foloseşte proaspăt ca furaj, sau se depozitează în gropi speciale, unde are loc o *fermentaţie lactică* (se pot produce şi *fermentaţii secundare* nedorite ca de exemplu fermentaţiile *butirică* şi *acetică*). Borhotul astfel se *murează*.

Cînd se produce fermentaţia butirică capătă un miros neplăcut. În aceste condiţii la depozitare borhotul îşi pierde o parte din substanţele sale nutritive.

Borhotul este un furaj valoros pentru hrana animalelor (bovine, porcine, ovine, caprine).

Pentru a-i mări valoarea nutritivă borhotul se înnobilează cu diferite alte produse ca: melasă, nămol de saturaţie, efluenţi de regenerare a răşinilor schimbătoare de ioni, uree etc. Astfel se obţin *furaje con-*

centrate ce au la bază borhot de sfeclă. Furajul concentrat obținut din borhot de sfeclă de zahăr este de formă granulară sau brichetată.

3.11. Nămolul de saturație

În procesul de purificare calco-carbonică a zemurilor, la decantarea și filtrarea lor rezultă nămolul de saturație, în cantitate de circa 10% sfeclă. Acest nămol conține circa 50% apă și 50% substanță uscată. În 100 părți substanță uscată se găsesc: 2% zahăr, 1,7% substanțe pectice, 9,5% substanțe organice fără azot, 5,9% substanțe organice cu azot, 74,2% carbonat de calciu 2,8% săruri de calciu ale diferiților acizi, 3,9% substanțe minerale, inclusiv acid fosforic.

Datorită conținutului în substanțe cu azot și acid fosforic nămolul se întrebuințează ca îngrășământ. De asemenea se utilizează ca amendament pentru solurile acide, deoarece marea majoritate a substanței sale uscate o constituie carbonatul de calciu, care neutralizează aciditatea din sol.

3.12. Obținerea varului, a bioxidului de carbon și a laptelui de var

Varul și bioxidul de carbon necesare în procesul de *purificare a zemii de difuzie* se obțin prin arderea pietrei de var, în cuptoare speciale, amplasate în curtea fabricii de zahăr. Cuptoarele sînt construite din materiale rezistente la temperaturi înalte și gaze acide.

Piatra de var, sau calcarul este o rocă de carbonat de calciu cu puritate ridicată. Piatra de var folosită în industria zahărului trebuie să conțină minimum 96% carbonat de calciu.

Arderea pietrei de var se face cu cocs metalurgic, sau cu gaz metan.

Prin ardere la temperaturi mari (1 200°C) carbonatul de calciu se disociază în oxid de calciu și bioxid de carbon. Această ardere se produce cu absorbție de 42,5 kcalorii/kg carbonat de calciu.

Bioxidul de carbon format la arderea pietrei de var se extrage din cuptor cu pompe speciale, care aspiră gazul din cuptor realizînd astfel arderea pietrei de var. Gazul după spălare și răcire este refulat în aparatele de saturația I și a II-a pentru precipitarea din zeamă a excesului de oxid de calciu sub formă de carbonat de calciu.

Piatra de var arsă care de fapt este oxidul de calciu se evacuează din cuptor pe la partea sa inferioară.

Varul ars este preluat de un transportor și dus la stingătorul de var, unde cu apa rezultată de la spălarea filtrelor este transformat în lapte de var (hidroxid de calciu). Laptele de var este trecut peste o sită vibratoare unde se îndepărtează bucățile de var nearse de dimensiuni mai mari de 3 mm. În continuare este trecut peste un separator de nisip, unde se separă de nisipul și particulele provenite din varul supra ars. Din separator trece într-un rezervor malaxor, unde staționează cel puțin 6 ore, timp în care are loc desăvîrșirea procesului chimic de trecere a oxidului de calciu în hidroxid de calciu. Din rezervor, cu pompe speciale, laptele de var este pompat spre fabrică în secția de purificare a zemii de difuzie.

Laptele de var se mai utilizează în fabrica de zahăr și la alcalinizarea masei groase de produs final în

malaxorii-refrigerenți în care se realizează cristalizarea suplimentară prin răcire a zahărului, și la alcalinizarea melasei pompată spre rezervoare, dacă valoarea *p*H-ului său este mai mică de 7.

Varul ars are volumul cu circa 5% mai mic decît volumul calcarului. La funcționarea normală a cuptorului varul evacuat din cuptorul de calcinare are o temperatură de circa 70—100°C, iar gazul de saturație de circa 200—250°C.

Examinînd aspectul varului ars se pot obține indicații importante privind funcționarea cuptorului. Astfel, cînd miezurile bucăților nu sînt arse, rezultă că temperatura de ardere a fost prea mică, sau timpul menținerii calcarului în zona de ardere a fost prea scurt, sau dimensiunile bucăților au fost prea mari. În mod normal cantitatea de calcar insuficient ars nu depășește 2—3% din masa lui.

Gazul din cuptor conține în general 26—34% bioxid de carbon, 0,8—1,2% oxid de carbon, 1,5—2,0% oxigen și 64—68% azot. De asemenea gazul de saturație mai conține urme de bioxid de sulf, hidrogen sulfonat precum și suspensii de gudroane.

Cantitatea de gaz răcit reprezintă 9—10 m^3/100 kg sfeclă, sau circa 1,25 N m^3/kg de calcar ars.

3.13. **Rafinarea zahărului brut**

Zahărul brut are cristalele acoperite cu o peliculă de sirop „mamă", adică siropul în care s-au format și au crescut cristalele respective. Siropul „mamă" numit și *sirop intercristalin* conține zaharoza necristalizată și cea mai mare parte din nezahăr, adică din substanțele străine zaharozei extrase din sfeclă împreună cu aceasta și neeliminate la purificarea calcocarbonică.

Zahărul brut rezultă într-o treaptă intermediară de cristalizare din procesul tehnologic de prelucrare a sfeclei și de obținere a zahărului alb.

În funcție de treapta de cristalizare din care provine, zahărul brut poate fi:

— *zahăr brut* de produs II sau intermediar, numit și *zahăr galben* datorită colorației sale caracteristice;

— *zahăr brut de* produs III sau final, numit și *zahăr roșu* sau *zahăr brun* din cauza colorației sale închise.

Coloranția zahărului brut se datorește substanțelor colorante din pelicula de sirop aderentă pe cristale, precum și a substanțelor colorante incluse în cristal în timpul cristalizării.

În funcție de natura materiei prime din care provine, zahărul brut poate fi de trestie sau de sfeclă. Zahărul brut de trestie se deosebește de zahărul brut de sfeclă prin compoziție sa chimică și prin anumite caracterisetici fizico-chimice. Componentul principal care le deosebește este conținutul de substanțe reducătoare, care la zahărul brut de trestie poate ajunge pînă la 2% din masa sa, față de 0,4% la zahărul brut din sfeclă. Zahărul brut de trestie mai conține în plus față de zahărul brut din sfeclă: amidon, ceruri, gume, substanțe coloidale.

Depozitarea și conservarea zahărului brut este mai dificilă decît cea a zahărului tos.

Zahărul brut este sensibil la temperaturi ridicate, ceea ce face să-i crească coloranția.

Zahărul brut este destinat în principal rafinării și obținerii de zahăr rafinat, alb, dar poate fi utilizat și ca materie primă în alte industrii decît cea alimentară.

Prin rafinarea zahărului brut se înțelege purificarea sa, ceea ce determină îmbunătățirea calității produsului, deoarece practic sînt eliminate substanțele străine, sau rămîn în cantități foarte mici, sub formă de urme. Tot rafinarea asigură obținerea zahărului cu cristale uniforme, fără conglomerate, de culoare albstrălucitoare, fără miros, cu gust dulce pur, corespunzînd cerințelor consumatorilor și comerțului.

Tehnologia rafinării zahărului brut cuprinde mai multe operațiuni și anume: afinarea zahărului brut, dizolvarea zahărului brut afinat și obținerea clerei, filtrarea, decolorarea și corectarea *p*H-ului clerei, purificarea calco-carbonică a clerei obținută în special din zahăr brut de trestie, fierberea și cristalizarea zahărului rafinat, centrifugarea maselor groase și separarea zahărului rafinat de siropul intercristalin, condiționarea, ambalarea și depozitarea zahărului rafinat.

Purificarea calco-carbonică a clerei zahărului brut din trestie urmărește în primul rînd îndepărtarea substanțelor reducătoare. Din cauza conținutului ridicat de substanțe reducătoare zahărul brut din trestie este higroscopic. Ca urmare în atmosferă umedă absoarbe apa autodizolvîndu-se, iar în atmosferă uscată pierzînd apa se transformă în bloc, compactizîndu-se.

Rafinarea zahărului brut se poate face concomitent cu prelucrarea sfeclei de zahăr, sau separat, după terminarea campaniei de prelucrare a sfeclei.

În afară de zahărul brut de trestie sau de sfeclă se mai rafinează pentru a fi recuperat zahărul obținut în ultimile zile ale funcționării fabricii, cînd nu se mai prelucrează sfeclă și se epuizează în zahăr siropurile existente în circuit în procesul tehnologic.

În procesul tehnologic de rafinare a zahărului brut un rol important îl are valoarea *p*H-ului siropurilor și a maselor groase. Valoarea optimă oscilează între 7,5—8,3. Corectarea valorii *p*H-ului se face prin adaos de lapte de var, deoarece apar tendințe de scădere a *p*H-ului la valori mai mici de 7.

Schema tehnologică de rafinare a zahărului brut depinde de calitatea acestuia și de produsul pe care vrem să-l obținem. Schema adoptată trebuie să asigure obținerea unui randament maxim de zahăr rafinat, pierderi minime la rafinare și indicatori de calitate superiori.

În continuare se descriu operațiile din procesul tehnologic de rafinare a zahărului brut.

Afinarea zahărului brut. Afinarea constă în îndepărtarea mecanică a filmului de sirop „mamă“ de pe suprafața cristalelor de zahăr brut fără dizolvarea acestora. În acest scop zahărul brut se amestecă în malaxoare speciale cu un sirop de 70° Brix, cu puritate mai mare ca a siropului mamă, sau cu apă.

Această fază a operației de afinare se numește „măișuire“. Prin amestecarea zahărului brut cu sirop se obține masa groasă artificială.

Masa groasă artificială se supune centrifugării, separîndu-se zahărul afinat de siropul intercristalin, numit sirop de afinație. Zahărul separat se spală în centrifugă cu apă caldă de 45—55°C, în cantitate de circa 3—5%. Apa este pulverizată cu ajutorul unor duze, fiind distribuită uniform pe toată suprafața zahărului din centrifugă.

Afinarea zahărului brut reprezintă o operație de purificare simplă și ușor de executat. Prin afinare puritatea zahărului brut de produs II crește cu pînă la

1,5 unități, iar pentru zahărul brut de produs III crește cu pînă la 3 unități. De asemenea coloranția se micșorează cu de 2,5—3 ori.

De modul cum se conduce procesul de afinare depinde întregul proces de rafinare.

Cantitatea de apă folosită la spălarea zahărului în centrifugi influențează randamentul operației de rafinare a zahărului brut. Spălarea cu cantități mari de apă duce la obținerea unor cristale de zahăr curate, dar totodată la dizolvarea unor cantități mari de zahăr producîndu-se pierderi. Spălarea cu o cantitate insuficientă de apă conduce la îndepărtarea neuniformă a peliculei de sirop de pe cristale. Ca urmare zahărul afinat va avea o puritate scăzută și o coloranție crescută. Deci, spălarea zahărului în centrifugă trebuie făcută cu o cantitate suficientă de apă, fără a dizolva cristalele de zahăr.

Siropul obținut la centrifugare, denumit *sirop de afinație* se dirijează la fierberea masei groase de produs final, atunci cînd puritatea sa este mai mare de 65% și direct la melasă pentru purități mai mici de 65%.

În unele cazuri, la prelucrarea sfeclei de zahăr, după afinarea zahărului brut produs II, se obține zahăr afinat care poate fi comercializat ca zahăr tos industrial, cu condiția de a corespunde normelor de calitate, în special din punct de vedere microbiologic.

Dizolvarea zahărului afinat și obținerea clerei. Zahărul afinat obținut se dizolvă în apă fierbinte obținîndu-se un sirop de circa 65—70° Brix, numit cleră. Dizolvarea se realizează în aparate speciale numite *topitoare de cleră*.

Pentru a se obține zahăr rafinat de calitate superioară, alb strălucitor, cu puritate ridicată practic de 100%, clera se filtrează și se decolorează.

Decolorarea clerelor se poate face cu cărbune animal numit spodium, cu cărbune vegetal sau cu ajutorul rășinilor schimbătoare de ioni. Agenții de decolorare folosiți se refolosesc după regenerare.

Pentru a obține zahăr cu cristale cît mai uniforme *cristalizarea se amorsează prin însămînțare* cu o anumită cantitate de pudră de zahăr în suspensie în glicerină.

În procesul tehnologic de rafinare a zahărului brut se poate folosi un produs chimic, numit „blanchit", care are acțiune decolorantă, permițînd obținerea cristalelor alb strălucitoare.

Fierberea și cristalizarea zahărului rafinat. Schema și procesul tehnologic de fierbere și cristalizare a zahărului rafinat este aceeași ca și la prelucrarea sfeclei de zahăr și fabricarea zahărului cristal. Tehnologia utilizată poate avea trei, patru, cinci sau chiar șase trepte de cristalizare, în funcție de calitatea produsului finit pe care vrem să-l obținem.

Deosebirea dintre tehnologia de fierbere și cristalizare a zahărului cristal la prelucrarea sfeclei de zahăr și a zahărului rafinat la rafinarea zahărului brut constă în siropurile care se folosesc pentru obținerea masei groase și a purității acesteia. Astfel zahărul tos se obține din masă groasă obținută prin fierberea unui amestec de cleră și zeamă groasă, în timp ce zahărul rafinat se obține numai din cleră.

Procesele de centrifugare, uscare, răcire, sortare, ambalare, depozitare sînt identice la zahărul rafinat ca la zahărul cristal.

Se cunosc diferite sortimente de zahăr cristalizat şi anume: zahăr cristal sau tos, zahăr rafinat, zahăr dublu rafinat, zahăr grişat, zahăr rafinat cubic presat, zahăr rafinat cubic turnat, zahăr bucăţi spărturi, zahăr tip „perle", zahăr pudră, zahăr candel, zahăr căpăţîni, zahăr melasat, zahăr aromatizat şi colorat.

Puterea de îndulcire este la toate sortimentele de zahăr aceeaşi, deoarece conţinutul de zaharoză este acelaşi şi anume 99,7—99,9%. Aparent însă, datorită volumului diferit al aceleiaşi cantităţi de zahăr exprimată în grame, puterea de îndulcire pare diferită. Dacă puterea de îndulcire se determină la o cantitate stabilită de produs se observă că toate sortimentele de zahăr cristalizat sînt la fel de dulci.

3.14. **Gustul dulce**

Gustul este unul dintre simţurile prin care organismul primeşte informaţii asupra proprietăţilor chimice ale unor substanţe cu care vine în contact. De aceea gustul are o însemnătate deosebită în alegerea hranei şi la reglarea reflexă a secreţiei fermenţilor digestivi.

La om, ca de altfel la toate mamiferele, receptorii de gust sînt papilele gustative, care se găsesc pe mucoasa gurii şi mai ales pe limbă. Numai substanţele solubile în apă produc senzaţii care impresionează receptorii de gust. Aceşti receptori sînt pentru gusturile dulce, acru, amar şi sărat.

Senzaţia percepută de papilele gustative în contact cu mierea de albine şi cu zahărul din trestie sau din sfeclă se numeşte *gust dulce*. Substanţele care produc gust dulce se numesc substanţe dulci.

Gustul dulce este perceput de către celulele senzoriale ale papilelor gustative ce se află mai ales la nivelul părţii anterioare a limbii. Aceste celule senzoriale se reînnoiesc într-un ritm rapid, totalitatea populaţiei senzoriale fiind înlocuită în patru zile.

Mesajele senzoriale sînt transmise creierului, respectiv zonei corticale a gustului prin intermediul nervului lingual şi al nervului facial. În realitate gustul este rezultata senzaţiilor gustative, tactile, termice şi olfactive la un moment dat. Experimental s-a constatat că există multe tipuri de receptoare gustative, iar senzaţia percepută este diferită, în funcţie de natura substanţelor dulci.

Numeroase substanţe dulci naturale conţin în moleculă o potenţialitate glucoforă, care imprimă gust dulce şi o alta amarogenă care generează gustul amar. În fenomenul gustativ domină structura glucoforă.

Fără a determina alterarea gustului se poate produce o modificare a plăcerii încercate la consumarea alimentelor dulci.

La om plăcerea pentru gustul dulce este universală. Experienţele efectuate asupra unor noi născuţi au arătat că aceştia manifestă din instinct o atracţie pentru gustul dulce. Această tendinţă la om este naturală, dar cîteodată este amplificată, uneori excesiv, sub influenţa unor factori sociali şi familiali, ca de exemplu la copii frecventa recompensă cu dulciuri în relaţiile lor cu părinţii.

Amplificarea atracţiei pentru gustul dulce a început atunci cînd industria zahărului s-a dezvoltat şi zahărul s-a produs în cantităţi abundente. Aceasta s-a realizat la sfîrşitul secolului al XIX-lea. Înainte zahărul se găsea rar, chiar foarte rar, fiind considerat un condiment, alături de mirodenii. Şi astăzi se mai păs-

trează dese exemple din care se constată că zahărul era considerat în trecut un condiment. Astfel, în limba franceză expresia „pain d'épice" înseamnă *turtă dulce*, dar se poate traduce cuvînt cu cuvînt ca *„pîine de mirodenii"*.

În secolul al XX-lea modul de alimentare s-a modificat pe ansamblul populației, paralel cu îmbunătățirea condițiilor de viață. Atracția pentru dulce s-a modificat și a determinat creșterea consumului de zahăr, care însă este cauza indirectă a unui număr mare de boli ca: obezitatea, diabetul zaharat, ateroscleroza, guta, caria dentară, tulburări psihice etc.

În prezent în scopuri alimentare și farmaceutice se folosesc diferite zaharuri și zaharo-alcooli, redați în tabelul 2.

Tabelul 2

Principalele sortimente de zaharuri și zaharo-alcooli utilizate în alimentație și în farmaceutică

Zaharuri			Zaharo-alcooli polioli
Monozaharide	Dizaharide	Mono, Di și amestec de oligozaharide	
D-Glucoza (dextroza)	Zaharoza	Zahărul invertit	*D*-Sorbitol
D-Galactoza	Maltoza	Siropul de glucoză	*D*-Manitol
D-Fructoza (levuloza)	Lactoza	Maltodextrinele	Dulcitol
L-Sorboza	Lactuloza		*D*-Xilitol
D-Xiloza			Maltitol
L-Arabinoza			Izomaltitol
			Lactitol
			Sirop de glucoză

Gradul de îndulcire și puterea relativă de îndulcire a zaharurilor și zaharo-alcoolilor utilizați în scopuri alimentare și farmaceutice luînd ca referință zaharoza sînt redate în tabelul 3.

Tabelul 3

Gradul de îndulcire și puterea relativă de îndulcire a zaharurilor și zaharo-alcoolilor utilizați în scopuri alimentare și farmaceutice

Denumirea	Gradul de îndulcire	Puterea relativă de îndulcire %
Zaharoza	1,00	100
Dextroza	0,55	55
Sirop de glucoză (78%)	0,26	26
Levuloza	1,05	105
Lactoza	0,27	27
Glicerina	0,48	48
D-Sorbitol	0,48	48
D-Manitol	0,45	45
Dulcitol	0,41	41
Xilitol	circa 1,00	100
Zaharina de sodiu	circa 500	circa 50 000
Ciclamat de calciu	circa 30	circa 3 000

Industria chimică modernă a reușit să sintetizeze substanțe dulci din diverse materii. Aceste substanțe au utilizări diferite, atît în scopuri medicale, cît și în alimentație.

Din această grupă de substanțe dulci fac parte zaharina, care are un grad de îndulcire față de zaharoză de 500 : 1 și ciclamatul de calciu al cărui grad de îndulcire în raport cu zaharoza este de 30 : 1.

În prezent pentru stabilirea gustului dulce nu există o metodă obiectivă, ci numai o metodă subiectivă. Senzația de dulce este perceptibilă la soluții cu concentrația mai mare de 0,4%.

4. ZAHĂRUL ȘI ORGANISMUL UMAN

Hidrații de carbon, dintre care mai cunoscute sînt: zahărul, siropul de glucoză, dextroza, maltoza, lactoza, amidonul, reprezintă o sursă importantă de energie pentru organismul uman. Dintre aceste glucide zahărul este consumat de om în cantitatea cea mai mare, fiind mult apreciat datorită calităților sale. Prin arderea în organismul uman zahărul produce aproximativ 4 000 kcal/kg, în timp ce carnea de vită produce numai 1 500 kcal/kg, pîinea neagră 2 250 kcal/kg, iar laptele de vacă 635 kcal/kg.

Zahărul rafinat este singurul produs chimic pur consumat în cantități mari ca aliment. Consumul alimentar de zahăr a cunoscut numai în ultimele două secole o ascensiune vertiginoasă. Astfel dacă la sfîrșitul secolului al XVIII-lea producția mondială de zahăr era de numai cîteva zeci de mii de tone, în anul 1900 se ridica la circa 8 milioane tone, în 1950 era de 30 milioane tone, în 1970 de 70 milioane tone, ca să ajungă în anul 1980 la 93 milioane de tone. La această creștere semnificativă a producției de zahăr un rol important l-a avut și îl are și Europa, unde producția de zahăr din sfeclă s-a extins masiv, crescînd de la 400 mii tone în anul 1864, la 2,5 milioane tone în 1884, apoi la 3,5 milioane tone în anul 1900, ca să ajungă în anul 1980 la circa 45 milioane tone.

Zahărul este cel mai concentrat aliment energetic, fiind o sursă importantă de energie pentru sistemul muscular, dar în același timp este o materie primă deosebită pentru industriile alimentară, chimică, farmaceutică, fermentativă. Consumat în cantități excesive devine sursa a numeroase neajunsuri pentru organismul uman, ca de exemplu: caria dentară, obezitatea, decalcifiera sistemului osos, diabetul zaharat, simptome patologice, maladii cardiovasculare, maladii psihice etc.

Pe parcursul dezvoltării sale filogenetice, omul nu a beneficiat de aportul masiv al unor glucide simple, ușor și rapid absorbite de organismul uman. Cu toate că omul din toate timpurile aprecia alimentele dulci, nu dispunea pentru hrana sa decît de cantități mici de miere de albine, mult mai tîrziu de zahăr de trestie, pe care-l folosea mai mult ca medicament și abia în epoca modernă de zahăr din sfeclă folosit ca aliment.

Dacă inițial zahărul era utilizat ca medicament, astăzi are o pondere substanțială în cantitatea alimentară zilnică. Creșterea masivă într-un timp scurt a consumului de zahăr rafinat pentru scopuri alimentare, a produs schimbări fundamentale în chimismul funcțiilor organismului.

Paralel cu creșterea consumului alimentar de zahăr rafinat statisticile arată că numai de la începutul secolului pînă astăzi frecvența infarctului miocardic și a aterosclerozei a crescut corespunzător.

În organismul uman zahărul este asimilat complet, iar energia produsă este eliberată rapid. De aceea consumul de zahăr este recomandat celor ce trebuie să facă eforturi mari într-un interval scurt de timp, așa cum de exemplu sînt sportivii. Pentru vîrstnici și pen-

tru cei ce duc o viață sedentară, care nu fac efort fizic sau fac efort redus, excesul de zahăr are un efect dăunător. Astfel, s-a constatat că în cazul consumului exagerat de dulciuri cu aport caloric mare, nu se produce starea de saţietate şi totodată apare o hipersecreție de insulină, ceea ce declanşează un apetit exagerat. Aceasta este şi cauza unui dezechilibru nutriţional, accentuat şi de absența oligoelementelor, vitaminei B_1 şi substanţelor minerale din zahăr.

Stimularea cronică a aparatului insulino-secretor pancreatic, prin ingerarea excesivă a zahărului şi a derivatelor sale, duce la instalarea diabetului zaharat. Această stimulare determină suprasolicitarea şi hiperactivitatea celulelor specializate în producerea insulinei. Ca urmare, după o anumită perioadă de timp celulele pancreasului se epuizează şi intră într-o stare de stres, secreția de insulină scăzînd simţitor. Astfel apare necesitatea introducerii artificiale de insulină în organism. Se spune că organismul a devenit diabetic. Aceasta generează însă afectarea şi a altor glande endocrine, cum ar fi de exemplu glandele suprarenale.

Un consum irațional şi exagerat de alimente îndulcite cu zahăr rafinat determină scăderea rezistenței organismului uman la agresiunile infecţioase, prin scăderea secreției glandelor suprarenale.

Se ştie că toate zaharurile digerate se transformă în glucoză, care se absoarbe la nivelul intestinului şi ajunge în sînge, unde fixează fosforul. Dacă în organism se introduce o cantitate mare de zahăr care se digeră şi se absoarbe repede, raportul dintre calciu şi fosfor se modifică, ajungîndu-se la decalcifierea oaselor, necalcifierea dinţilor şi apariţia cariilor dentare etc. Pe de altă parte prezența glucozei în cantităţi mari în sînge distruge vitamina B_1, care are un rol important în funcţionarea sistemului nervos.

Zahărul rafinat este asimilat rapid de organismul uman, după ce în prealabil a fost scindat într-un amestec egal (echimolecular) de glucoză şi fructoză. Procesul rapid de asimilare a zahărului fiind lipsit de substanţe însoţitoare, indispensabile pentru organismul uman, impune ca atunci cînd aportul de zahăr în organism este mare să fie însoţit de un aport alimentar de astfel de substanţe, în special de vitamina B_1, indispensabilă metabolismului glucidic.

Zahărul măreşte valoarea energetică a unui aliment, dar în acelaşi timp îi scade densitatea nutritivă", adică *satisfacerea stării de saţietate.* De aceea, atunci cînd se consumă zahăr, celelalte componente care alcătuiesc alimentaţia omului trebuie să completeze „densitatea nutritivă", scăzută a zahărului.

Consumul excesiv de zahăr declanşează un mecanism care provoacă o scădere anormală a conţinutului de glucoză din sînge. Mecanismul este următorul: zaharoza se transformă rapid în glucoză, care fiind în cantităţi excesive stimulează producerea insulinei în celulele specializate ale pancreasului. Insulina trece în sînge şi transformă glucoza în glicogen, un zahăr complex care se depozitează în ficat. Dacă aportul de glucoză în sînge a fost prea brusc, secreţia de insulină este masivă, proporţia de glucoză din sînge scade sub nivelul normal, iar organismul se află în stare de hipoglicemie, avînd prea multă insulină şi insuficient zahăr în sînge. Organismul simte o senzaţie acută de foame şi ca urmare va consuma alimente cu conţinut ridicat în hidraţi de carbon. Astfel, conţinutul de glucoză din sînge înregistrează creşteri şi scăderi spectaculoase, organismul devenind practic sclavul zahărului.

Organismul uman posedă proprietatea de autoreglare sau autocontrolul sistemelor biologice.

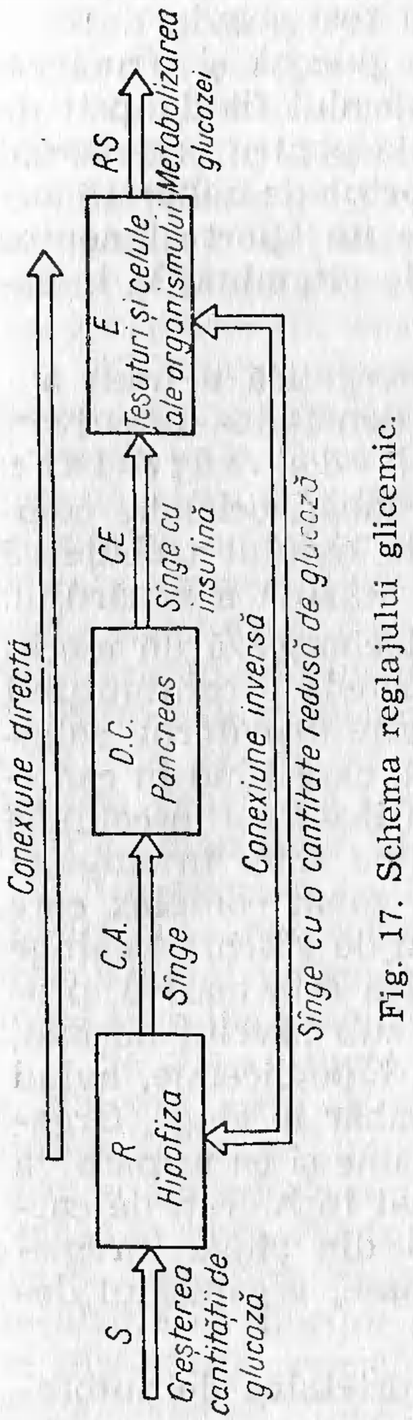

Fig. 17. Schema reglajului glicemic.

Se știe că *autoreglarea este un mecanism complex cibernetic.* Cibernetica stabilește „legile" și schema funcționării sistemelor autoreglabile, legi care se aplică și la sistemele biologice. Și la sistemele vii se adaptează unii *termeni din cibernetică.* Astfel, organele de simț furnizează organismului informații asupra mediului și sînt denumite *„receptori"* externi și interni.

În figura 17 este redată schema reglajului glicemic în organismul uman.

Se cunoaște că în sînge cantitatea de glucoză se menține la o valoare constantă. Creșterea sau scăderea cantității de glucoză peste limitele admise produce tulburări grave. Glucoza este menținută în sînge la o valoare constantă printr-un mecanism automat. Creșterea cantității de glucoză în sînge reprezintă *stimulul* (*S*) care este un *semnal* ce acționează prin fluxul sanguin asupra hipofizei care se comportă ca un *receptor* (*R*).

Receptorul, care în cazul de față este *hipofiza* transmite informațiile prin *fibre nervoase senzitive,* care reprezintă *calea*

aferentă către creier organ cu rol de *centru de comandă,* care selectează răspunsurile și dă răspunsul cel mai potrivit pentru conservarea și reglarea sistemului sanguin.

În cazul nostru, glanda hipofiză sub acțiunea stimulului declanșează secreția de hormon care dus de sînge pe *calea aferentă (C.A.)* ajunge la *pancreas* cu rol de dispozitiv sau *organ de comandă (D.C.)* și determină creșterea secreției insulinei.

De la organul de comandă pornește comanda respectiv cu flux de sînge cu insulină *(calea motoare)* denumit și *calea eferentă (C.E.)* spre alt organ numit *efector (E),* care dă răspunsul sistemului, față de sistemul recepționat. Acest organ *efector* în cazul de față este reprezentat de *celulele și țesuturile organismului.* Pentru ca răspunsul să fie corespunzător cu necesitățile sistemului, valoarea răspunsului se compară cu comanda. Astfel, răspunsul dat de organul efector (celulele și țesuturile organismului) este comunicat receptorului pe o cale inversă denumită *conexiune inversă,* pentru a avea loc compararea cu comanda primită, în vederea realizării reglării conținutului de glucoză în sînge.

În cazul nostru insulina este transportată pe calea sanguină, numită calea eferentă *(C.E.),* la toate celulele și țesuturile corpului, adică la efector *(E),* și ca urmare ea determină intensitatea arderii glucozei ceea ce constituie reglarea, adică răspunsul *(Rs)* sistemului. Ca rezultat cantitatea de glucoză din sînge scade. De data aceasta sîngele, care are o cantitate mică de glucoză, acționează din nou prin conexiune inversă *(C.I.)* asupra hipofizei, determinînd micșorarea intensității secreției hormonale și bineînțeles micșorarea secreției de insulină.

Acest ciclu de informații are loc în flux continuu și drept urmare determină menținerea cantității de glucoză în limite normale.

S-a constatat că la baza accidentelor de circulație datorită somnolenței patologice stă hipoglicemia, cauzată de creșterea cantității de insulină din organism, ca urmare a creșterii vertiginoase a consumului alimentar de zahăr.

În concluzie, consumul rațional de zahăr este considerat de medicina modernă ca un pericol în plus pentru sănătatea celor care duc o viață sedentară. Numeroase studii epidemiologice și cercetări fundamentale au arătat că frecvența mare a unor boli se datorește în prezent unui complex de factori, printre care și consumul abuziv de dulciuri.

Consumul de zahăr are consecințe în stabilirea echilibrului caloric al organismului uman și determină transformări esențiale ale acestuia.

Progresul cercetărilor științifice biomedicale și studiile sistematice epidemiologice au pus în evidență legătura existentă între consumul abuziv de zahăr și apariția unor boli metabolice, precum și „factorii de risc" care produc unele dintre afecțiunile întîlnite tot mai frecvent în ultimile decenii.

Creșterea consumului alimentar de zahăr rafinat, în special de produse zaharoase care au volum mic, formă agreabilă pentru cei ce le consumă, aport caloric ridicat și alte calități, este determinată și de tendința omului de a prefera acele alimente care furnizează senzații gustative maxime, solicitînd un efort minim pentru obținerea lor.

Medicina modernă consideră că dezechilibrul alimentar creat prin consumul exagerat de glucide este factorul principal cauzal al obezității comune generalizate.

O maladie care trebuie să dea de gîndit fiecăruia dintre noi este *diabetul zaharat*. Această boală metabolică poate apare la orice persoană, de orice vîrstă. S-a constatat că 80% din bolnavii de diabet zaharat sînt cei obezi, care au consumat abuziv zahăr și dulciuri și au avut o alimentație în general nerațională.

Diabetul zaharat poate apare și la persoane care nu au predispoziție ereditară pentru această boală, dar care și-au epuizat secreția de insulină a pancreasului tocmai prin abuzul alimentar și în special prin exces de zahăr și dulciuri.

Mai recent, medicina a clasificat zahărul rafinat în grupa alimentelor „care provoacă stresul". Ingerarea și absorbția zilnică de către organismul uman a unei cantități mari de cafea, de ciocolată, de zahăr rafinat, de grăsimi, duce la starea de stres. Dacă această eroare dietetică se repetă un timp mai îndelungat apare o stare depresivă cronică.

Dar stările depresive cronice cauzate de abuzul de alimente care provoacă stresul pot să dispară, sub influența alimentelor „anti-stres", cum de exemplu sînt alimentele care conțin vitamina C.

5. ZAHĂRUL ȘI IMPORTANȚA ECONOMICĂ A ACESTUIA

Importanța economică a zahărului rezultă atît prin valoarea sa alimentară determinată de valoarea energetică, gust dulce, putere bacteriostatică, cît și din posibilitățile utilizării sale ca materie primă pentru obținerea alcoolului etilic, drojdiei de panificație, drojdiei furajere, alcoolului carburant, a detergenților cosmetici, a medicamentelor, a rășinilor sintetice, a fibrelor sintetice, a uleiurilor sicative, a acizilor tartric, citric și oxalic, a lacurilor, lubrifianților și peliculelor de protecție pentru metale etc.

În industria alimentară zahărul este utilizat la obținerea a numeroase alimente și băuturi, datorită gustului dulce și plăcut pe care-l oferă acestora și totodată datorită valorii sale nutritive.

Zahărul este un aliment, dar și un conservant, permițînd conservarea anumitor produse alimentare fără intervenția antisepticilor, ca de exemplu în industria conservelor dulci.

Așa cum am arătat zahărul este în același timp și o materie primă importantă pentru industria chimică, industria farmaceutică și în industria fermentativă, fiind o sursă sigură de alcool, respectiv de carburant.

Printr-un procedeu chimic denumit esterificare, din zahăr s-au obținut detergenți sintetici lipsiți de miros, gust și toxicitate, ce pot fi utilizați în medicină și

cosmetică. Prin hidrogenarea zahărului s-au obținut rășini sintetice, medicamente, fibre sintetice și uleiuri sicative, iar prin oxidarea zaharozei s-au obținut acizii: tartric și oxalic. Din produșii obținuți prin degradarea zaharozei s-au preparat lacuri, lubrifianți, pelicule de protecție etc.

În prezent pe plan mondial au fost puse deja în funcțiune fabrici fermentative, care produc alcool carburant din sfecla de zahăr sau din trestie, diverse produse chimice de sinteză, acizi organici etc.

Producția de plante zaharifere și implicit de zahăr capătă astăzi un nou avînt. Zahărul fiind un aliment și o materie primă, are o dublă superioritate față de petrol, gaze naturale și cărbune care sînt utilizate azi numai drept combustibil și ca materie primă pentru industria chimică. Această superioritate se va menține în permanență în întreaga lume și pentru faptul că rezervele de petrol, gaze naturale și cărbune sînt limitate și în continuă scădere, în timp ce producția de plante zaharifere, respectiv de zahăr este în continuă creștere, iar ponderea lor în agricultură și industrie poate fi mărită.

Omenirea este abia la începutul erei utilizării zahărului ca sursă energetică, mecanică ș.a.

5.1. Utilizarea zahărului ca materie primă în industria chimică

Chimia zahărului — acea ramură din industria chimică care folosește zahărul ca materie primă de puritate ridicată (mai mare de 99,85%) convertindu-l prin diferite procese chimice în produse valoroase este competibilă cu cea mai modernă chimie sintetică bazată pe

petrol sau gaze naturale. De aceea zahărul a fost definit ca *materie primă a industriei viitorului.*

Chimia zahărului este și un mijloc de căutare a unor noi produse dulci, care să îndeplinească condițiile istorice și tradiționale ale zahărului: aliment caloric, energetic, întăritor, component important al produselor zaharoase și farmaceutice etc. Chimia zahărului prezintă deci avantaje inestimabile. De aceea în țara noastră cît și în întreaga lume se pune un accent deosebit pe dezvoltarea industriei zahărului, dezvoltare care implică două aspecte:

— un prim aspect îl reprezintă asigurarea necesarului de zahăr pentru *consumul alimentar raţional,* bazat pe rezultatele cercetărilor medicale moderne, precum și asigurarea zootehniei cu furaje de mare importanță ca: frunze de sfeclă, borhot de sfeclă, melasă;

— al doilea aspect îl prezintă chimia zahărului care introducînd în molecula de zaharoză unul sau mai mulți radicali ai acizilor grași cu catenă mai scurtă sau mai lungă, saturați sau nesaturați și realizînd o transesterificare asigură obținerea *zaharoesterilor.* Aceștia au proprietăți fizico-chimice particulare valoroase și pot fi utilizați pentru diferite scopuri în industriile: alimentară, farmaceutică, chimică etc.

Chimia zahărului poate utiliza și diferite *alte zaharuri naturale,* dar zaharoza lor prezintă unele avantaje tehnice particulare, iar utilizarea sa nu solicită aparatură specială.

Zaharuri conținute în produsele de origine naturală sînt:

— *zaharoza* prezentă în sfecla de zahăr și trestia de zahăr în cantități însemnate, în sorg zaharat, curmal, morcov, arțar zaharat, napi, pepene etc.

— *lactoza* din lapte;

— *maltoza* din malț;

— *glucoza* sau *dextroza* prezentă în grîne, struguri și vin;

— *fructoza* sau *levuloza* prezentă în fructe și miere de albine;

— *dextrina* prezentă în sorg;

— *amidonul* din cartofi, orez, porumb, grîne, fasole, linte, bob, mei;

— *celuloza* din toate fibrele vegetale;

— *xiloza* prezentă în lemn.

Dezvoltarea în etapa actuală a zaharo-chimiei se realizează utilizînd ca materie primă în special zahărul din trestie sau sfeclă.

Zaharoza numită și dizaharidcarbohidrat se sintetizează în perioada creșterii diferitelor plante, prin unirea unei molecule de dextroză cu una de levuloză, cu eliminarea unei molecule de apă.

Dezvoltarea industriei chimice a făcut posibilă obținerea din zaharoză a următorilor derivați:

— *zaharoesterii* utilizați în alimentație, ca furaje și la obținerea detergenților, a substanțelor tensioactive, a antibioticelor, a lacurilor de protecție a suprafețelor metalice, a esterilor exicanți;

— *zaharogliceridele* utilizate pentru aceleași scopuri ca zaharoesterii și pentru îngrijirea părului;

— *dextran* utilizat ca substituent al plasmei sanguine;

— *acid ascorbic* din care se obține vitamina C;

— *acid citric* utilizat la obținerea băuturilor nealcoolice;

— *glicerină* utilizată în farmacie;

— *acid levulinic* folosit la obținerea plastifianților;

— *esteri zaharopoli alilici* din care se obțin uleiuri sicative;

— *acetali* folosiți la obținerea polimerilor;

— *tri-oxi-tolil sulfonat de zaharoză* din care se obțin plastifianți;

— *tetra-oxi-tolil sulfonat de zaharoză* utilizat la fabricarea materialelor transparente;

— *poliamide* pentru fibre;

— *piroliximă* din care se obțin plastifianți și termoplastifianți.

CUPRINS

1. *Scurt istoric al producerii și utilizării zahărului* . . 5
   1.1. Mierea de albine și fructe dulci precursorii zahărului 5
   1.2. Trestia de zahăr, sursă de substanță dulce 7
   1.3. Începuturile prelucrării trestiei de zahăr . . . 8
   1.4. Zahărul de trestie medicament și aliment; pătrunderea acestuia în Europa 10
   1.5. Transferul în vestul Europei a zonei de cultură a trestiei de zahăr ca urmare a extinderii Imperiului Otoman 12
   1.6. Rolul descoperirii Americii în creșterea producției de zahăr de trestie . . . . . .
   1.7. Stăpînirea zonelor de cultură cu trestie de zahăr ca urmare a revendicărilor teritoriale 19
   1.8 Cercetări pentru găsirea unor surse noi de zaharoză 22
   1.9. Dezvoltarea industriei zahărului din sfeclă . . . 29
   1.10. Începuturile și dezvoltarea industriei zahărului în România 35

2. *Ce știm despre sfecla de zahăr ca plantă tehnică și importanța sa economică* 41
   2.1. Originea sfeclei de zahăr. Clasificarea botanică . . 41
   2.2. Forma și compoziția chimică a sfeclei de zahăr . 44
   2.3. Valoarea tehnologică a sfeclei de zahăr 47
   2.4. Depozitarea, transportul și descărcarea sfeclei de zahăr 48

3. *Cum se obține zahărul din sfecla de zahăr* 53
   3.1. Transportul în fabrică, spălarea și tăierea sfeclei de zahăr 53
   3.2. Extracția zahărului din tăiței de sfeclă și obținerea zemii de difuzie 56

3.3. Purificarea zemii de difuzie, filtrarea și obținerea zemii subțiri 60
3.4. Prelucrarea sfeclei de zahăr de calitate necorespunzătoare 70
3.5. Concentrarea zemii subțiri 72
3.6. Depozitarea unei părți din zeama groasă pentru prelucrarea ulterioară, după terminarea campaniei de prelucrare a sfeclei 77
3.7. Fierberea și cristalizarea zahărului 78
3.8. Condiționarea și depozitarea zahărului cristal . . 91
3.9. Melasa 93
3.10. Borhotul de sfeclă de zahăr 98
3.11. Nămolul de saturație 100
3.12. Obținerea varului, a bioxidului de carbon și a laptelui de var 100
3.13. Rafinarea zahărului brut 102
3.14. Gustul dulce 108

4. *Zahărul și organismul uman* 112

5. *Zahărul și importanța economică a acestuia* 120
5.1. Utilizarea zahărului ca materie primă în industria chimică 121

ȘTIINȚA ȘI TEHNICA PENTRU TOȚI

Importanța economică a zahărului în afară de cunoscutul său aport în alimentația omenirii, înregistrează o pondere din ce în ce mai accentuată prin volumul mare de produse ale industriei chimice și farmaceutice ca de exemplu: lacuri și vopsele, uleiuri sicative, acizi tartrici, citric și oxalic, rășini sintetice, diverse medicamente ș.a.

Mai nou, alcoolul carburant **plasează zahărul ca o materie primă a unei mari și importante industrii a viitorului.**

EDITURA TEHNICĂ

Lei 4,75